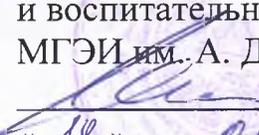


Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт
имени А.Д. Сахарова» Белорусского
государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по учебной
и воспитательной работе

МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ

 И. Э. Бученков

« 18 » 06 2019 г.

Регистрационный № УД-811-19 /уч.

МЕХАНИКА

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-100 01 01 Ядерная и радиационная безопасность

2019 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО №1-100 01 01-2013 и учебного плана учреждения высшего образования № 46-14/уч. по специальности 1-100 01 01 Ядерная и радиационная безопасность

СОСТАВИТЕЛЬ:

Т. С. Чикова, профессор кафедры общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Н. Д. Стрекаль, профессор кафедры общей физики учреждения образования «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы», доктор физико-математических наук, профессор;

В. А. Иванюкович, заведующий кафедрой экологических информационных систем учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 11 от 14.06. 2019);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 10 от 18.06. 2019)

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. Дисциплина «Механика» необходима для изучения специальных дисциплин (дозиметрия, радиохимия, теплотехника, материаловедение и технология конструкционных материалов, кинетика и динамика ядерных реакторов и др.).

Цель учебной дисциплины:

- представить механику как стройную теорию механического движения макроскопических тел, подтверждаемую всей совокупностью экспериментальных фактов.

Задачи учебной 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, 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 научное 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.

Обучающийся должен владеть следующими компетенциями: быть способным проводить экспериментальные исследования по механике, оценивать погрешность и правдоподобность полученных результатов и устанавливать связь с основными законами механики.

В результате изучения дисциплины «Механика» студент должен

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;
- физические основы слухового восприятия;
- основные направления применения ультразвука в технике;

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: лекционных – 54 ч, практических занятий – 56 ч; лабораторных занятий – 68 ч.

Форма получения высшего образования – дневная.

Форма текущей аттестации – зачет в I семестре, экзамен в I семестре.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение. Физические величины и их измерение

Физика. Предмет физики. Содержание и структура курса физики. Методы физического исследования. Материя и её основные свойства. Опыт как основа изучения физических явлений и критерий правильности физических теорий. Роль абстракций и моделей в физике.

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

Тема 2. Кинематика материальной точки. Кинематика абсолютно твердого тела

Предмет и задачи механики. Пространство и время. Механическое движение. Системы координат. Векторы. Основные понятия механики: система отсчета, радиус-вектор точки, материальная точка, абсолютно твердое тело, механическая система.

Кинематика материальной точки. Механическое движение. Относительность движения. Основные понятия кинематики: траектория, путь, перемещение, закон движения. Основные задачи кинематики. Способы описания движения материальной точки. Скорость материальной точки в векторной и координатной формах. Ускорение материальной точки в векторной и координатной формах. Начальные условия. Получение законов равномерного и равнопеременного прямолинейного движения точки. Скорость и ускорение материальной точки в естественной форме. Касательное и нормальное составляющие ускорения при криволинейном движении.

Кинематика твердого тела. Поступательное движение абсолютно твердого тела. Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси. Закон вращательного движения твердого тела, Векторы угловой скорости и углового ускорения. Связь между векторами линейных и угловых скоростей. Формула Эйлера. Связь между векторами линейных и угловых ускорений.

Вращательное движение абсолютно твердого тела, закреплённого в точке. Понятие об углах Эйлера. Мгновенная ось вращения. Сложение угловых скоростей. Плоское движение абсолютно твердого тела. Свободное движение абсолютно твердого тела. Степени свободы материальной точки и абсолютно твердого тела.

Тема 3. Динамика материальной точки

Взаимодействие тел. Понятие о силе и ее измерении. Принцип независимости действия сил. Виды фундаментальных взаимодействий. Силы в механике.

Закон инерции Галилея (первый закон Ньютона). Свободные тела. Инерциальные системы отсчета. Преобразования Галилея для координат и скоростей. Закон сложения скоростей Галилея. Инвариантность ускорения. Принцип относительности Галилея. Границы применимости классической

механики. Основной закон динамики (второй закон Ньютона). Масса и ее измерение. Импульс. Общая формулировка второго закона Ньютона. Закон действия и противодействия (третий закон Ньютона).

Теорема об изменении импульса материальной точки. Закон сохранения импульса материальной точки.

Момент импульса относительно центра и оси. Момент силы относительно центра и оси. Пара сил, момент пары. Теорема об изменении момента импульса материальной точки относительно центра и оси. Закон сохранения момента импульса материальной точки относительно центра и оси.

Работа силы. Расчет работы некоторых сил. Мощность. Кинетическая энергия точки. Работа некоторых сил. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия. Закон сохранения энергии в механике.

Движение материальной точки в неинерциальных системах отсчета (НИСО). Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Силы инерции в неинерциальной системе отсчета, движущейся прямолинейно. Равномерно вращающаяся неинерциальная система отсчета. Центробежная сила инерции. Сила Кориолиса. Проявление сил инерции в природе и технике.

Тема 4. Динамика системы материальных точек

Система материальных точек (СМТ). Масса механической системы. Центр масс и центр тяжести механической системы. Внутренние и внешние силы механической системы. Замкнутые системы. Теорема о движении центра масс механической системы. Постоянство скорости центра масс замкнутой механической системы.

Импульс механической системы. Теорема об изменении импульса механической системы. Закон сохранения импульса механической системы.

Момент импульса системы материальных точек. Теорема об изменении момента импульса системы материальных точек относительно центра и оси. Закон сохранения момента импульса системы материальных точек относительно центра и оси.

Работа внутренних сил. Работа внешних сил. Кинетическая энергия системы материальных точек. теорема об изменении кинетической энергии механической системы. Потенциальная энергия системы материальных точек. Закон сохранения механической энергии.

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

Реактивное движение. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.

Движение тела переменной массы. Уравнения Мещерского и Циолковского.

Тема 5. Динамика абсолютно твердого тела

Модель сплошной среды. Твердое тело как система материальных точек. Центр масс твердого тела. Методы вычисления положения центра

масс некоторых тел. Поступательное движение абсолютно твердого тела. Уравнение динамики поступательного движения абсолютно твердого тела. Момент импульса тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Момент инерции. Вычисление моментов инерции тел правильной формы (примеры). Теорема Гюйгенса – Штейнера. Уравнение динамики вращательного движения тела относительно неподвижной оси. Кинетическая энергия тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Кинетическая энергия тела при плоском движении.

Гироскоп. Прецессия гироскопа. Гироскопические силы.

Трение покоя и скольжения. Трение качения.

Пара сил. Момент пары сил. Условия равновесия твердого тела. Виды равновесия.

Тема 6. Всемирное тяготение

Закон всемирного тяготения, постоянная тяготения и ее измерение. Гравитационное поле. Однородное и центральное поле. Напряженность и потенциал гравитационного поля. Зависимость силы тяжести от географической широты местности.

Движение планет, законы Кеплера. Применение законов сохранения энергии и момента импульса к движению в центральном гравитационном поле. Движение искусственных спутников Земли. Космические скорости. Невесомость и перегрузки.

Тема 7. Движение тел при наличии трения

Силы трения. Сухое трение. Статическое и динамическое трения. Трение скольжения и трение качения. Значение сил трения в природе и технике.

Тема 8. Деформация тел

Деформации и напряжения в твердом теле. Виды деформаций: (сжатие), всестороннее сжатие, сдвиг, кручение. Упругие деформации. Пластичность. Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Диаграмма напряжений. Упругое последствие. Упругий гистерезис. Потенциальная энергия деформации.

Тема 9. Механика жидкостей и газов

Гидростатика. Давление в жидкостях и газах. Распределение давления в жидкостях и газах, находящихся в равновесном состоянии. Закон Паскаля. Закон Архимеда. Условия плавания тел.

Стационарное движение жидкости. Кинематическое описание движения жидкости. Описание Лагранжа и описание Эйлера. Линия тока. Траектория. Трубка тока. Уравнение неразрывности струи. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости и его применение. Формула Торричелли. Реакция вытекающей струи. Движение вязкой жидкости. Формула Пуазейля. Ламинарное и турбулентное течения, число Рейнольдса. Движение тел в

жидкостях и газах. Вязкое трение. Формула Стокса. Число Рейнольдса. Сила лобового сопротивления и подъемная сила. Эффект Магнуса. Подъемная сила крыла самолета, формула Жуковского.

Тема 10. Колебания

Колебательное движение. Свободные гармонические колебания. Амплитуда, частота, фаза колебаний. Смещение, скорость, ускорение при гармоническом колебательном движении. Математический и физический маятники. Энергия 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.

Уравнение вынужденных колебаний. Переходный процесс. Стационарные вынужденные колебания. Резонанс. Автоколебания.

Тема 11. Волновое движение

Создание и распространение колебаний в однородной упругой среде. Продольные и поперечные волны. Уравнение плоской гармонической бегущей волны. Смещение и скорость в бегущей волне. Фазовая и групповая скорость волн. Энергия волнового движения. Поток энергии. Интенсивность волны. Вектор Умова. Принцип Гюйгенса. Законы отражения и преломления волн. Дифракция. Интерференция волн. Стоячие волны. Уравнение стоячей волны.

Звуковые волны. Диапазон частот. Скорость звука в твердых телах, жидкостях и газах. Характеристики слухового ощущения и их связь с физическими характеристиками звука. Высота тона. Звуковое давление. Интенсивность звука. Громкость.

Ультразвук. Действие ультразвука на вещество. Инфразвук, основные характеристики и свойства.

Тема 12. Основы специальной теории относительности

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.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

| Номер раздела, темы, занятия | Название раздела, темы | Количество аудиторных часов | | | | Формы контроля знаний |
|------------------------------|--|-----------------------------|----------------------------|----------------------|----------------|-----------------------|
| | | Лекции | Практические (семинарские) | Лабораторные занятия | Иное | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Введение. Физические величины и их измерение | 2 | 2 | 8 | метод. пособие | |
| 2 | Кинематика материальной точки. Кинематика абсолютно твёрдого тела | 8 | 8 | 12 | метод. пособие | самост. работа |
| 3 | Динамика материальной точки | 8 | 6 | 12 | метод. пособие | тест |
| 4 | Динамика системы материальных точек | 6 | 6 | 4 | метод. пособие | контр. работа |
| 6 | Контрольная работа | | 2 | | | |
| 6 | Динамика абсолютно твёрдого тела | 6 | 6 | 4 | метод. пособие | |
| 7 | Всемирное тяготение | 2 | 4 | 4 | метод. пособие | тест |
| 8 | Движение тел при наличии трения | 2 | 2 | | метод. пособие | тест |
| 9 | Деформации тел | 4 | 4 | 8 | метод. пособие | контр. работа |
| 10 | Механика жидкостей и газов | 4 | 4 | | метод. пособие | |
| 11 | Колебания | 6 | 4 | 12 | метод. пособие | самост. работа |
| 12 | Волновое движение | 4 | 2 | 4 | метод. пособие | |
| 14 | Основы специальной теории относительности | 2 | 4 | | метод. пособие | тест |
| 15 | Контрольная работа | | 2 | | | |
| ВСЕГО | | 54 | 56 | 68 | | |

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

При организации образовательного процесса используется *практико-ориентированный подход*, который предполагает:

- освоение содержание образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Для организации самостоятельной работы студентов по курсу необходимо использовать современные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания к практическим занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний в форме устного опроса, коллоквиумов, контрольных работ по темам и разделам курса (модуля).

Темы самостоятельных работ

1. Кинематика материальной точки. Основная задача кинематики и ее решение. Графики движения.
2. Свободное падение: движение тела по вертикали; движение тела, брошенного горизонтально; движение тела, брошенного под углом к горизонту.
3. Кинематика движения материальной точки по окружности.
4. Центр масс и его нахождение.
5. Динамика движения системы взаимодействующих тел.
6. Механическая энергия и работа. Средняя и мгновенная мощность.
7. Момент импульса и момент силы, закон сохранения момента импульса.
8. Гравитация. Закон всемирного тяготения. Движение тел в поле силы тяжести.
9. Вес и невесомость. Космические скорости.
10. Момент инерции твердого тела. Основное уравнение динамики вращательного движения.
11. Упругие деформации твердого тела.
12. Свободные незатухающие колебания. Математический, физический и пружинный маятники.
13. Гармонические колебания. Графическое представление колебаний. Сложение колебаний.
14. Свободные затухающие колебания. Время релаксации, логарифмический декремент затухания.
15. Вынужденные колебания. Резонанс.

Темы лабораторных занятий

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

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

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

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

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

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

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

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

С целью диагностики знаний, умений и навыков обучающихся по данной дисциплине рекомендуется использовать:

- 1) контрольные работы;
- 2) самостоятельные работы;
- 3) коллоквиумы по пройденному теоретическому материалу;
- 4) устный опрос в ходе практических занятий;
- 5) проверку конспектов лекций студентов;
- 6) тестирование, включая компьютерное.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Наркевич, И. И. Физика / И. И. Наркевич, Э. И. Волмянский, С. И. Лобко. – Минск: Новое знание, 2004. – 679 с.
2. Савельев, И. В. Курс общей физики: в 3 т. Т. 1. Механика. Молекулярная физика / И. В. Савельев. – СПб.: Лань, 2016. – 432 с.
3. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: в 5 т. Т. 1 Механика / Д. В. Сивухин. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 560 с.
4. Матвеев, А. Н. Механика и теория относительности / А. Н. Матвеев. – М.: Изд-во: ОНИКС 21 век, 2003. – 432 с.
5. Хайкин, С. Э. Физические основы механики / С. Э. Хайкин. – М. Наука, 2003. – 753 с.
6. Трофимова, Т. И. Курс физики / Т. И. Трофимова. – М.: ИЦ Академия, 2012. – 560 с.
7. Иродов, И. Е. Механика. Основные законы / И. Е. Иродов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 309 с.
8. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике / И. Е. Иродов. – СПб.: Лань, 2006. – 417 с.
9. Волькенштейн, В. С. Сборник задач по общему курсу физики / В. С. Волькенштейн. – СПб.: Книжный мир, 2006. – 328 с.

Дополнительная

1. Алешкевич, В. А. Курс общей физики. Механика / В. А. Алешкевич, Л. Г. Деденко, В. А. Караваев. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 472 с.
2. Бутиков, Е. И. Физика: в 3 кн. Кн. 1. Механика / Е. И. Бутиков, А. С. Кондратьев. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004 – 352 с.
3. Степин, П. А. Курс общей физики: в 3 т. Т. 1. Механика. Молекулярная физика. Колебания и волны / П. А. Степин. – СПб.: Лань КПП, 2016. – 352 с.
4. Луцевич, А. А. Физика / А. А. Луцевич, С. В. Яковенко. – Минск: Вышэйш. шк., 2000. – 495 с.
5. Луцевич, А. А. Физика: весь школьный курс в таблицах / А. А. Луцевич. – Минск: Юнипресс, 2010. – 416 с.
6. Офир, Дж. Физика / Дж. Офир. – М.: КДУ, 2010. – 752 с.
7. Киттель, Ч. Механика. Берклевский курс физики / Ч. Киттель, У. Найт, М. Рудерман. СПб.: Лань, 2005. – 480 с.
8. Савельев, И. В. Сборник вопросов и задач по общей физике / И. В. Савельев. – М.: Изд-во АСТ, 2001. – 288 с.
9. Трофимова, Т. И. Сборник задач по курсу физики для втузов / Т. И. Трофимова. – М.: Изд-во Мир и Образование, 2005. – 384 с.
10. Сахаров, Д. И. Сборник задач по физике для вузов / Д. И. Сахаров – М.: Изд-во Мир и Образование, 2003. – 400 с.

Протокол согласования учебной программы

| Название дисциплины, с которой требуется согласование | Название кафедры | Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине | Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) |
|--|-------------------------|--|--|
| | | | |
| | | | |
| | | | |