

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

УТВЕРЖДАЮ



Директор
МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ

О. И. Родькин

2023 г.

Регистрационный № УД- 1290-23 /уч.

МЕХАНИКА

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

7-07-0533-03 Ядерная и радиационная безопасность

2023 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 7-07-0533-03-2023 от 10.08.2023 и учебного плана учреждения высшего образования № 161-23/уч. от 07.04.2023 специальности 7-07-0533-03 Ядерная и радиационная безопасность

СОСТАВИТЕЛЬ:

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

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра физико-математических дисциплин Института информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники;

В. В. Журавков, заведующий кафедрой информационных технологий в экологии и медицине учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 10 от 19 мая 2023);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 9 от 31 мая 2023)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Классическая механика представляет собой первую часть базового курса физики в высшем учебном заведении. Она изучает механическое движение и взаимодействия макроскопических тел, основываясь на экспериментально подтвержденных законах Галилея-Ньютона. В механике вводятся фундаментальные понятия, величины и законы, формирующие у обучаемых знания и академические компетенции важные для всей физики в целом.

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, 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 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:

БПК-3. Использовать основные положения и законы механики для решения типовых задач кинематики, статики и динамики, применять понятийный аппарат механики для определения принципов функционирования механических устройств.

В результате изучения дисциплины «Механика» студент должен

знать:

- физические свойства пространства и времени;
- основные понятия и законы механики материальной точки, системы материальных точек и абсолютно твердого тела;
- законы сохранения;
- основы механики сплошной среды;
- деформации и напряжения в твердых телах;
- элементы акустики
- применение основных законов механики к описанию механического движения человека;
- общие методы измерений физических величин.

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;
- методами измерений физических величин.

В соответствии с типовым учебным планом изучение дисциплины рассчитано на общее количество часов – 216. Аудиторное количество часов – 120, из них: лекции – 40 часов, практические занятия – 40 часов, лабораторные занятия – 40 часов.

Форма получения высшего образования – дневная.

Форма текущей аттестации – экзамен в 1 семестре.

Трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение

Физика. Предмет и задачи физики. Содержание и структура курса физики. Методы физического исследования. Абстракции и модели в физике. Материя и её основные свойства. Пространство и время как формы существования материи.

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

Тема 2. Кинематика материальной точки

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 материальной точки при криволинейном движении. Касательное, нормальное и полное ускорения материальной точки при криволинейном движении.

Тема 3. Кинематика абсолютно твердого тела

Простейшие движения абсолютно твердого тела. Поступательное движение 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.

Плоское движение абсолютно твердого тела.

Вращательное движение абсолютно твердого тела, закреплённого в точке (сферическое движение). Понятие об углах Эйлера. Мгновенная ось вращения. Сложение угловых скоростей.

Свободное движение абсолютно твердого тела. Степени свободы материальной точки и абсолютно твердого тела.

Тема 4. Динамика материальной точки

Взаимодействие тел. Сила. Момент силы относительно центра и оси. Пара сил. Момент пары сил. Принцип независимости действия сил.

Виды фундаментальных взаимодействий. Силы в механике: сила всемирного тяготения, сила тяжести и вес тела, сила упругости, сила Архимеда, силы трения.

Закон инерции Галилея (первый закон Ньютона). Инерциальные системы отсчета. Преобразования Галилея для координат и скоростей. Инварианты преобразований. Абсолютное, переносное и относительное движение. Закон сложения скоростей Галилея. Инвариантность ускорения. Принцип относительности Галилея. Границы применимости классической механики.

Масса и ее измерение. Основной закон динамики точки (второй закон Ньютона), границы его применимости. Импульс. Общая формулировка второго закона Ньютона. Основное уравнение динамики материальной точки. Основные задачи динамики точки материальной и методы их решений.

Закон действия и противодействия (третий закон Ньютона), границы его применимости.

Тема 5. Динамика механической системы

Система материальных точек. Масса механической системы. Центр масс и центр тяжести механической системы. Внутренние и внешние силы механической системы. Замкнутые механические системы.

Основное уравнение динамики механической системы.

Теорема о движении центра масс механической системы. Закон сохранения движения центра масс механической системы.

Тема 6. Динамика абсолютно твердого тела

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.

Условия равновесия твердого тела. Виды равновесия.

Момент инерции абсолютно твердого тела. Вычисление моментов инерции тел правильной формы. Теорема Гюйгенса-Штейнера.

Уравнение динамики вращательного движения тела относительно неподвижной оси.

Гироскоп. Прецессия гироскопа. Применение гироскопов.

Тема 7. Работа и энергия

Работа силы. Расчет работы некоторых сил. Работа системы сил. Мощность.

Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия точки. Потенциальная энергия системы материальных точек.

Кинетическая энергия точки. Кинетическая энергия твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Кинетическая энергия системы материальных точек.

Полная механическая энергия. Закон сохранения энергии в механике.

Тема 8. Теоремы динамики точки и механической системы

Работа внутренних и внешних сил механической системы. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки и механической системы.

Импульс силы. Импульс системы сил. Импульс (количество движения) механической системы. Теорема об изменении импульса материальной точки и механической системы. Закон сохранения импульса материальной точки и механической системы.

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

Тема 9. Столкновения. Динамика тел переменной массы

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

Реактивное движение. Движение тела переменной массы. Уравнения Мещерского и Циолковского.

Тема 10. Всемирное тяготение

Закон всемирного тяготения, постоянная тяготения и ее измерение. Гравитационное 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 11. Деформация тел

Деформации и напряжения в твердом теле. Виды деформаций. Упругие деформации. Пластичность. Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Энергия упругих деформаций.

Тема 12. 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 Лагранжа и 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. Эффект Магнуса.

Тема 13. Движение в неинерциальных системах отсчета

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 14. 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. Логарифмический декремент затухания.

Уравнение вынужденных колебаний. Процесс установления колебаний. Стационарные вынужденные колебания. Резонанс. Автоколебания.

Тема 15. 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.

Тема 16. Звуковые волны

Звук. 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 17. 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) занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа	Иное	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Введение	2		4		ЭУМК	опрос
2	Кинематика материальной точки	2	4			ЭУМК	опрос, сам. раб.
3	Кинематика абсолютно твердого тела	2	4	4		ЭУМК	опрос, тест
4	Динамика материальной точки	2	4			ЭУМК	опрос, тест
5	Динамика механической системы	2	2	4		ЭУМК	опрос, сам. раб.
6	Динамика абсолютно твердого тела	2	2	4		ЭУМК	опрос, тест
7	Работа и энергия	2	2			ЭУМК	опрос, тест
8	Теоремы динамики точки и механической системы	4	4	4		ЭУМК	опрос, сам. раб.
	Контрольная работа № 1		2				
9	Столкновения. Динамика тел переменной массы	2	2	4		ЭУМК	опрос, тест
10	Всемирное тяготение	2	1	4		ЭУМК	опрос, тест
11	Деформация тел	2	1	4		ЭУМК	опрос, сам. раб.
12	Механика жидкостей и газов	4	1			ЭУМК	опрос, тест
13	Движение в неинерциальных системах отсчета	2	1			ЭУМК	опрос, сам. раб.
14	Колебания	4	5	4		ЭУМК	опрос, тест
15	Волновое движение	2	2			ЭУМК	опрос, тест
16	Звуковые волны	2		4		ЭУМК	опрос, тест
17	Основы специальной теории относительности	2	1			ЭУМК	опрос, тест
	Контрольная работа № 2		2				
ВСЕГО		40	40	40			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие : в 5 т. Т. 1. Механика / Д. В. Сивухин. – 5-е изд., стер. – М. : ФИЗМАТЛИТ , 2010. – 560 с.
2. Ташлыкова-Бушкевич, И. И. Физика : учебник : в 2 ч. Ч. 1 : Механика. Молекулярная физика и термодинамика. Электричество и магнетизм / И. И. Ташлыкова-Бушкевич. – 2-е изд., испр. – Минск : Выш. шк. , 2014. – 303 с.

Дополнительная

3. Механика : учебно-методический комплекс [Электронный ресурс] / сост. Т. С. Чикова. – Электрон. дан. (106 Мб). – Минск : МГЭИ имени А.Д. Сахарова БГУ, 2022. – Электрон. носитель.
4. Апанасевич, Е. Е. Пособие по решению задач по физике (Механика) : учеб.-метод. пособие / Е. Е. Апанасевич, Е. Л. Бокатая, Е. В. Федоренчик. – Минск : МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2010. – 108 с.
5. Малишевский, В. Ф. Вспомним школьную физику. Механика (в помощь первокурснику) : учеб.-метод. пособие / В. Ф. Малишевский, А. А. Луцевич. – Минск : МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2014. – 102 с.
6. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебник для вузов : в 3 томах / И. В. Савельев. – 17-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань , 2021 – Том 1 : Механика. Молекулярная физика. – 2021. – 436 с.
7. Фриш, С. Э. Курс общей физики : учебник : в 3 т. / С. Э. Фриш, А. В. Тиморева. – 10-е изд., стер. – СПб : Лань, 2009. – 656 с.
8. Яковенко, В. А. Общая физика. Механика : учебник / В. А. Яковенко, Г. А. Заборовский, С. В. Яковенко ; под общ. ред. В. А. Яковенко. – Минск : Выш. шк., 2015. – 383 с.

Инновационные подходы и методы к преподаванию учебной дисциплины

При изучении дисциплины «Механика» рекомендуется активно использовать практико-ориентированный подход, методы проектного и группового обучения.

Практико-ориентированный подход предполагает: освоение содержания образования через решения практических задач; приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности; ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих

проектов, развитие предпринимательской культуры; использование процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Метод проектного обучения представляет собой способ организации учебной деятельности студентов, развивающий актуальные для учебной и профессиональной деятельности навыки планирования, самоорганизации, сотрудничества и предполагающий создание собственного продукта. Указанный метод предполагает приобретение навыков для решения исследовательских, творческих, социальных, предпринимательских и коммуникационных задач.

Метод группового обучения представляет собой форму организации учебно-познавательной деятельности обучающихся, предполагающую функционирование разных типов малых групп, работающих как над общими, так и специфическими учебными заданиями.

В процессе чтения лекций используются мультимедиа презентации с использованием видео- и аудио- технологий демонстрации математических понятий и их связи с окружающим миром.

В процессе проведения практических заданий используются дидактические материалы, включающие задачи повышенной сложности. Использование дидактических материалов позволяет работать хорошо успевающим студентам с большим коэффициентом полезного действия.

Изучение дисциплины предусматривает систематическую самостоятельную работу студентов с рекомендуемыми учебно-методическими материалами, Internet-источниками и другими источниками.

Для организации самостоятельной работы студентов по курсу необходимо использовать современные технологии: разместить в сетевом доступе ЭУМК – 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, интерактивного тестирования, 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 взаимодействия 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 маятника.
9. Гармонические колебания. Анализ возможностей определения периода колебаний пружинного маятника.
10. Кинематика. Анализ возможностей определения параметров свободного падения тел с помощью установки Атвуда.

Перечень рекомендуемых средств диагностики

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.

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)
Согласование не требуется			