

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-воспитательной и идеологической работе

МГЭУ им. А.Д.Сахарова

В.И. Красовский



30.06.15 2015

Регистрационный № УД-509-15/уч.

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальностей

1-100 01 01 «Ядерная и радиационная безопасность»

1-34 04 05 «Медицинская физика»

2015

*учо. Красовский*

Учебная программа составлена на основе образовательных стандартов ОСВО 1-100 01 01-2013 и ОСВО 1-31 04 05-2014 и учебных планов специальностей 1-100 01 01 «Ядерная и радиационная безопасность» № 46-14/уч. и 1-34 04 05 «Медицинская физика» № 45-14/уч.

### **СОСТАВИТЕЛЬ:**

О.В. Гусакова, доцент кафедры ядерной и радиационной безопасности Учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова», кандидат физико-математических наук, доцент

### **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

А.И. Тимошенко, заведующий кафедрой ядерной физики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент

В.Ф. Малишевский, заведующий кафедрой физики и высшей математики МГЭУ им. А.Д. Сахарова, кандидат физико-математических наук, доцент

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой ядерной и радиационной безопасности учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова» (протокол № 10 от 21 мая 2015 г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический университет имени А.Д. Сахарова» (протокол № 10 от 16 июня 2015 г.).

## I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Теоретическая механика» играет особую роль в подготовке инженеров – специалистов по радиационной защите. С одной стороны, она является основой для изучения некоторых разделов курса физики, в том числе, «Геометрическая оптика», «Квантовая физика», а также таких специальных дисциплин как «Физика ядра и ионизирующего излучения», «Физика нейтронов», «Ядерные реакторы и атомные станции» и др. С другой стороны, изучение теоретической механики предшествует ряду технических дисциплин, в которых изучаются механические свойства материалов и конструкций, таких как «Сопротивление материалов», «Материаловедение и технология конструкционных материалов», а также необходимо для освоения ряда дисциплин специализации.

Целью изучения дисциплины «Теоретическая механика» является формирование у студентов представления об основных идеях и методах теоретической физики.

Задачи дисциплины «Теоретическая механика» - подготовка студента к изучению последующих разделов теоретической физики, ознакомление на примерах сравнительно простых физических систем с теми терминами и понятиями, которые используются в теоретической физике

Ввиду сравнительно небольшого объема аудиторной нагрузки, выделяемого в учебном плане специальностей 1-100 01 01 «Ядерная и радиационная безопасность» и 1-34 04 05 «Медицинская физика» для изучения теоретической механики, из множества вопросов, традиционно входящих в курс теоретической механики для технических специальностей вузов, выбраны темы, затрагивающие основные подходы к формулировке механики, кроме ньютоновского, изучавшегося в разделе «Механика» курса физики: лагранжеев и гамильтонов формализм, уравнение Гамильтона – Якоби. На их основе рассматриваются некоторые достаточно сложные вопросы механики, которые из-за отсутствия должной математической подготовки не могли быть развиты в должной мере в разделе «Механика» курса физики, а именно: движение заряженных частиц в электромагнитных полях, вращательное движение твердого тела, теория колебаний. Это создает основу для понимания приложений теоретической механики к описанию работы машин и механизмов. Тема «Некоторые прикладные задачи механики» введена с целью обратить внимание студентов на избранные вопросы теории механического равновесия твердых тел, теории связей с учетом трения, элементы теории механизмов и др.

Перед преподающими дисциплину ставятся следующие задачи:

- систематически изложить лагранжееву и гамильтонову формулировки механики, формализм Гамильтона – Якоби;
- обучить выбору наиболее удобной формулировки механики к решению некоторых задач;
- подготовить студентов к изучению дисциплин специальности.

В результате усвоения дисциплины студент должен:

***знать:***

- основные подходы к концептуальной формулировке механики и области их применения;
- типовые подходы к описанию механических колебаний;
- условия механического равновесия тел;
- основные прикладные задачи механики и способы их решения;

***уметь:***

- решать типовые задачи кинематики и динамики материальной точки, систем материальных точек и твердого тела;
- вычислять основные частоты нормальных колебаний;
- исследовать резонансное поведение колебательных систем;
- решать задачи на движение типовых частей машин и механизмов.

***владеть***

- понятийным аппаратом теоретической механики
- навыками применения классических методов теоретической механики к анализу математических моделей формализованных материальных объектов.

На изучение учебной дисциплины отводится 234 часов, из них – 114 аудиторных часов, в том числе на лекции отводится 68 часов, а на практические занятия – 46 часов. Форма текущей аттестации – зачет 5 семестр, экзамен – 5 семестр.

На практических занятиях следует обратить внимание на решение задач с техническим содержанием. При разработке учебной программы допустимо производить необходимый отбор и перестановку материала.

## **II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **Тема 1. Лагранжева формулировка механики**

Основные модели механики: материальная точка, система материальных точек, твердое тело. Обобщенные координаты. Конфигурационное пространство. Принцип стационарного действия. Уравнения Лагранжа. Связи. Интегралы движения. Диссипативные силы. Одномерное движение. Задача двух тел. Столкновения.

### **Тема 2. Гамильтонова формулировка механики**

Фазовое пространство. Описание состояния системы в классической механике. Вариационный принцип в гамильтоновой механике. Уравнения Гамильтона. Скобки Пуассона. Канонические преобразования. Теорема Лиувилля.

### **Тема 3. Уравнение Гамильтона – Якоби**

Действие как функция координат и времени. Уравнение Гамильтона – Якоби. Переменные «Действие – угол».

### **Тема 4. Движение заряженной материальной точки в электрическом и магнитном полях**

Движение в центрально-симметричном поле. Кеплерова задача. Движение точечного заряда в скрещенных электрическом и магнитном стационарных полях.

### **Тема 5. Твердое тело**

Кинематика движения твердого тела. Координаты Эйлера. Уравнения динамики твердого тела. Тензор инерции. Симметричный волчок. Асимметричный волчок. Прецессия. Нутация. Гироскопы. Силы инерции. Принцип Даламбера.

### **Тема 6. Основы теории колебаний**

Одномерные колебания. Случай гармонических колебаний. Ангармонические колебания. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Параметрические колебания.

Многомерные колебания. Нормальные колебания. Вырожденные случаи.

### **Тема 7. Механика сплошной среды**

Методы Лагранжа и Эйлера описания движения сплошной среды. Производная по подвижному объему и уравнение непрерывности. Поверхностные и

объемные силы. Тензор напряжений. Уравнения движения сплошной среды в дифференциальной и интегральной формах.

### **Тема 8. Некоторые прикладные задачи механики**

Классификация механизмов. Особенности кинематики различных механизмов. Механическое равновесие. Связи и их реакции. Силы трения. Связи с трением. Качение деформируемых твердых тел. Подшипники. Удар.

### III УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы.	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
<b>1.</b>	<b>Лагранжева формулировка механики</b>	<b>8</b>	<b>4</b>					1-4
1.1.	Основные модели механики: материальная точка, система материальных точек, твердое тело. Обобщенные координаты. Конфигурационное пространство. Принцип стационарного действия. Уравнения Лагранжа. Связи	2						
1.2.	Интегралы движения. Диссипативные силы	2						
1.3.	Одномерное движение. Задача двух тел	2	2					
1.4.	Столкновения	2	2					
<b>2.</b>	<b>Гамильтонова формулировка механики</b>	<b>4</b>	<b>2</b>					1-4
2.1.	Фазовое пространство. Описание состояния системы в классической механике. Вариационный принцип в гамильтоновой механике. Уравнения Гамильтона	2	1					

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы.	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
2.2.	Скобки Пуассона. Канонические преобразования.	2	1					
2.3.	Теорема Лиувилля	2						
<b>3.</b>	<b>Уравнение Гамильтона – Якоби</b>	<b>2</b>						1-4
3.1.	Действие как функция координат и времени. Уравнение Гамильтона – Якоби. Переменные «Действие – угол»	2						
<b>4.</b>	<b>Движение заряженной материальной точки в электрическом и магнитном полях</b>	<b>4</b>	<b>8</b>					1-4
4.1.	Движение в центрально-симметричном поле. Кеплерова задача	2	5					
4.2.	Движение точечного заряда в скрещенных электрическом и магнитном стационарных полях	2	3					
<b>5.</b>	<b>Твердое тело</b>	<b>10</b>	<b>10</b>					1-4
5.1.	Координаты Эйлера. Кинематика движения твердого тела	2	2					



Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы.	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
5.2.	Уравнения динамики твердого тела	2	2					
5.3.	Тензор инерции. Симметричный волчок. Асимметричный волчок	2	2					
5.4.	Прецессия. Нутация. Гироскопы	2	2					
5.5.	Силы инерции. Принцип Даламбера	2	2					
<b>6.</b>	<b>Основы теории колебаний</b>	<b>8</b>	<b>8</b>					1-4
6.1.	Одномерные колебания. Случай гармонических колебаний. Ангармонические колебания.	2	2					
6.2.	Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Параметрические колебания.	2	2					
6.3.	Многомерные колебания. Нормальные колебания.	2	3					
	Вырожденные случаи многомерных колебаний	2	1					

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы.	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
7	<b>Механика сплошной среды</b>	<b>12</b>	<b>6</b>					1-4
7.1	Методы Лагранжа и Эйлера описания движения сплошной среды. Производная по подвижному объему и уравнение непрерывности	4	2					
7.2	Поверхностные и объемные силы. Тензор напряжений.	4	2					
7.3	Уравнения движения сплошной среды в дифференциальной и интегральной формах.	4	2					
<b>8.</b>	<b>Некоторые прикладные задачи механики</b>	<b>16</b>	<b>8</b>					1-4
8.1.	Классификация механизмов. Особенности кинематики различных механизмов.	4	2					
8.2.	Механическое равновесие. Связи и их реакции.	2	2					
8.3.	Силы трения. Связи с трением	2	2					
8.4.	Качение деформируемых твердых тел. Подшипники. Качение колеса и шара	6						

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы.	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
8.5.	Удар	2	2					
	<b>Всего</b>	<b>68</b>	<b>46</b>					

## IV. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### *Примерный перечень тем практических занятий*

#### **Тема 1. Лагранжева формулировка механики**

Одномерное движение материальной точки. Одномерные колебания. Упругие столкновения.

#### **Тема 2. Гамильтонова формулировка механики**

Уравнения Гамильтона. Скобки Пуассона. Канонические преобразования.

#### **Тема 4. Движение заряженной материальной точки в электрическом и магнитном полях**

Использование лагранжевого и гамильтонового подходов к решению задач механики заряженной частицы. Кеплерова задача. Применение уравнения Гамильтона-Якоби к решению задачи о движении в центрально-симметричном поле. Движение материальной точки в скрещенных электрическом и магнитном полях.

#### **Тема 5. Твердое тело**

Кинематика движения твердого тела. Расчет главных моментов инерции различных тел. Теорема Гюйгенса – Штайнера. Динамика движения твердого тела. Симметричный волчок. Силы инерции.

#### **Тема 6. Основы теории колебаний**

Математический маятник. Физический маятник. Маятник Фуко. Ангармонические колебания. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс.

Двойной математический маятник. Обмен энергией между частями многомерной колебательной системы. Колебания молекул.

#### **Тема 7. Механика сплошной среды**

Методы Лагранжа и Эйлера описания движения сплошной среды. Производная по подвижному объему и уравнение непрерывности. Поверхностные и объемные силы. Тензор напряжений. Уравнения движения сплошной среды в дифференциальной и интегральной формах.

#### **Тема 8. Некоторые прикладные задачи механики**

Кинематика механизмов. Зубчатая передача. Ременная передача. Червячная передача. Винт. Связи. Системы сил, сходящихся к одной точке. Парал-

тельные силы. Статическая нагрузка. Применение принципа Даламбера. Трение и связи с трением. Качение колеса и шара. Столкновение твердого шара с неподвижной тяжелой плитой.

***Формы контроля знаний***

<b>№ п / п</b>	<b>Форма</b>
1.	Выборочный контроль на лекциях
2.	Проведение опроса на практических занятиях
3.	Решение ситуационных задач на практических занятиях
4.	Подготовка и защита студентами рефератов
5.	Проведение зачета по дисциплине

### *Основная литература*

1. Ландау Л.Д., Лившиц Е.М. Теоретическая физика в десяти томах. Т. 1. Механика. Изд. 4-е, испр. М.: Наука, 1988.
2. Никитин Н.Н. Курс теоретической механики. М.: Высшая школа, 1990.
3. Тарг С.Л. Краткий курс теоретической механики. М.: Высш. школа, 2009
4. Яковенко Г.Н. Краткий курс теоретической механики. М. БИНОМ, 2006.
5. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике. – Изд. 4-е, стереотипное. – М.: Наука, 1975.

### *Дополнительная литература*

6. Вильке В.Г. Теоретическая механика. 3-е изд. испр. и доп. М.: Изд-во «Лань», 2003.
7. Веретенников В.Г., Сеницын В.А. Метод переменного действия. 2-е изд. исправ. и доп. М.: Физматлит, 2005.
8. Сапрыкин В.Н. Техническая механика. Ростов-на-Дону, «Феникс», Харьков «Торсинг», 2003.
9. Журавлев В.Ф., Климов Д.М. Прикладные методы в теории колебаний. М.: Наука, 1988.
10. Терлецкий Я.П. Теоретическая механика. М.: Изд-во УДН, 1987.
11. Тер-Хаар Д. Основы гамильтоновой механики. М.: Наука, 1974.
12. Бухгольц Н.М. Основной курс теоретической механики. В 2-х частях. Ч. 1, М.: Наука, 1965. Ч. 2, М.: Наука, 1966.
13. Синг Дж. Л. Классическая динамика. М.: Физматгиз, 1963.
14. Вариационные принципы механики. Сборник статей классиков науки. \Под ред. Полак Л.С. М.: Физматгиз, 1959.