

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО

НТС ИНТЭЛ Протокол №2 от 26.04.2023 г.

УМС ФБИУКС Протокол №06/23 от 2.06.2023 г.

УМС ИФТИС Протокол №1 от 26.04.2023 г.

УМС ИЯФИТ Протокол №01/423-573.1 от 20.04.2023 г.

НТС ЛАПЛАЗ Протокол №1/04-577 от 27.04.2023 г.

НТС ИФИБ Протокол №3 от 11.05.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**

Направление подготовки  
(специальность)

- [1] 14.05.04 Электроника и автоматика физических установок
- [2] 12.03.04 Биотехнические системы и технологии
- [3] 03.03.02 Физика
- [4] 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
- [5] 27.03.03 Системный анализ и управление
- [6] 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии
- [7] 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
- [8] 14.03.02 Ядерная физика и технологии
- [9] 12.03.01 Приборостроение
- [10] 16.03.02 Высокотехнологические плазменные и энергетические установки
- [11] 15.03.06 Мехатроника и робототехника
- [12] 01.03.02 Прикладная математика и информатика
- [13] 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг
- [14] 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика
- [15] 03.03.01 Прикладная математика и физика
- [16] 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
- [17] 16.03.01 Техническая физика
- [18] 14.05.01 Ядерные реакторы и материалы

<b>Семестр</b>	<b>Трудоемкость, кред.</b>	<b>Общий объем курса, час.</b>	<b>Лекции, час.</b>	<b>Практич. занятия, час.</b>	<b>Лаборат. работы, час.</b>	<b>В форме практической подготовки/В СРС, час.</b>	<b>КСР, час.</b>	<b>Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП</b>	
4	3-4	108-144	30	30	0		12-39	0	Э
Итого	3-4	108-144	30	30	0	0	12-39	0	

## АННОТАЦИЯ

Курс “Теоретическая механика” содержит основные принципы классической механики. На основании принципа наименьшего действия выводятся уравнения Лагранжа, формулируются законы сохранения, рассматривается одномерное движение, движение в центрально-симметричном поле, в частности, задача Кеплера. Вводится понятие сечения рассеяния и решается задача о рассеянии Резерфорда. Рассматриваются малые колебания с одной степенью свободы, а также многомерные и ангармонические колебания. Наряду с лагранжевым, вводится гамильтонов формализм. Рассматриваются канонические уравнения Гамильтона, скобки Пуассона, канонические преобразования и уравнение Гамильтона - Якоби.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель данного курса – познакомить студентов с общими принципами и методами исследований различных механических задач. В результате изучения данного курса студент должен овладеть основами механики, её терминологией, техникой и языком. Студент должен научиться теоретическому мышлению на новом уровне, включающем в себя применение полученных теоретических знаний к решению вычислительных задач механики. Указанный курс является важным как самостоятельный, так и как первый необходимый шаг для дальнейшего изучения других разделов теоретической физики.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Знания, полученные при изучении курса “Теоретическая механика”, необходимы студентам для освоения последующих курсов теоретической физики: классической электродинамики, квантовой механики, статистической физики, релятивистской квантовой механики, теоретической физики твердого тела, макроскопической электродинамики. Кроме того, знание теоретической механики совершенно необходимо при освоении многих специализированных дисциплин по теоретической и экспериментальной физике, изучаемых студентами старших курсов.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 [13] – Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	З-ОПК-1 [13] – Знать: базовые законы естественнонаучных дисциплин; основные математические законы; основные физические явления, процессы, законы и границы их применимости; сущность основных химических законов и явлений; методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-ОПК-1 [13] – Уметь: выявлять естественнонаучную

	<p>сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат</p> <p>В-ОПК-1 [13] – Владеть: математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общефизических законов и принципов</p>
<p>ОПК-1 [9] – Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения</p>	<p>З-ОПК-1 [9] – знать методы математического анализа и моделирования; знать фундаментальные законы и понятия естественнонаучных дисциплин; знать основные тенденции развития техники и технологий в области приборостроения.</p> <p>У-ОПК-1 [9] – уметь применять методы математического анализа и моделирования для решения практических задач; уметь применять методы теоретического и экспериментального исследования для проектирования и конструирования приборов и комплексов широкого назначения.</p> <p>В-ОПК-1 [9] – владеть навыками применения знаний математического анализа в инженерной практике при моделировании; владеть навыками применения знаний естественнонаучных дисциплин в инженерной практике; владеть навыками применения общеинженерных знаний в инженерной деятельности.</p>
<p>ОПК-1 [4] – Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности</p>	<p>З-ОПК-1 [4] – Знание основных законов высшей математики, общей и теоретической физики, применительно к инженерным задачам</p> <p>У-ОПК-1 [4] – Умение применять основные положения и законы высшей математики, общей и теоретической физики, естественных наук к решению задач инженерной деятельности</p> <p>В-ОПК-1 [4] – Владение методами высшей математики и естественных наук применительно к задачам электроники и наноэлектроники</p>
<p>ОПК-1 [1] – Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и выработки решения.</p>	<p>З-ОПК-1 [1] – Знать: базовые естественнонаучные законы, сущность физических и иных явлений, определяющих изучаемые процессы и функционирование физических установок, систем их контроля и управления, методы их математического моделирования и области их применимости</p> <p>У-ОПК-1 [1] – Уметь: выявлять существенные свойства и взаимосвязи явлений и процессов, характерных для реализации задач профессиональной деятельности, применять физико-математические и иные модели для их исследования</p> <p>В-ОПК-1 [1] – Владеть: физико-математическим аппаратом для формализации и моделирования</p>

	исследуемых процессов и явлений для решения исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности, навыком его использования для решения практических задач
ОПК-1 [16] – Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	З-ОПК-1 [16] – знать фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы; У-ОПК-1 [16] – уметь применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера; В-ОПК-1 [16] – владеть навыками моделирования, математического анализа, а также решать задачи в области естественнонаучных и общеинженерных знаний.
ОПК-1 [10] – Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	З-ОПК-1 [10] – Знать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин У-ОПК-1 [10] – Уметь использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности; применять изученные закономерности к решению физических задач и анализировать полученные решения В-ОПК-1 [10] – Владеть умением выводить основные соотношения между физическими величинами, следующие из постулатов теории или из результатов эксперимента; умением применить основные законы естественнонаучных дисциплин при решении задач; анализировать полученные решения задач в профессиональной деятельности; проводить численные вычисления с требуемой степенью точности;
ОПК-1 [14] – Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с фотонными технологиями обработки информации, проектированием, конструированием и технологиями производства элементов, приборов и систем фотоники и оптоинформатики	В-ОПК-1 [14] – Владеть методами, способами и приемами решения типичных задач естественнонаучных, общих математических и инженерных дисциплин. З-ОПК-1 [14] – Знать основные законы естественнонаучных и инженерных дисциплин и методы математического анализа. У-ОПК-1 [14] – Уметь применять знания основных законов естественнонаучных и инженерных дисциплин, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с фотонными технологиями обработки информации, проектированием, конструированием и технологиями производства элементов, приборов и систем фотоники и оптоинформатики
ОПК-1 [18] – Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и	З-ОПК-1 [18] – Знать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-ОПК-1 [18] – Уметь использовать основные законы

<p>моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>	<p>естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования  В-ОПК-1 [18] – Владеть навыками использования основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применения методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>
<p>ОПК-1 [2] – Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем</p>	<p>З-ОПК-1 [2] – Знать способы применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем  У-ОПК-1 [2] – Уметь применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем  В-ОПК-1 [2] – Владеть методами математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем</p>
<p>ОПК-1 [12] – Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности</p>	<p>З-ОПК-1 [12] – знать естественнонаучные методы познания окружающего мира, знать фундаментальный математический аппарат;  У-ОПК-1 [12] – уметь применять естественнонаучные и математические методы исследования различных явлений, процессов и задач  В-ОПК-1 [12] – владеть навыками исследования различных явлений и процессов с использованием естественнонаучного и математического подхода</p>
<p>ОПК-1 [6] – Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники</p>	<p>З-ОПК-1 [6] – Знать основные законы естественнонаучных и инженерных дисциплин и методы математического анализа.  У-ОПК-1 [6] – Уметь применять знания основных законов естественнонаучных и инженерных дисциплин, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники.  В-ОПК-1 [6] – Владеть основными методами, способами и приемами решения типичных задач естественнонаучных, общих математических и инженерных дисциплин.</p>

<p>ОПК-1 [17] – Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</p>	<p>З-ОПК-1 [17] – Знать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин  У-ОПК-1 [17] – Уметь использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности  В-ОПК-1 [17] – Владеть способами использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</p>
<p>ОПК-1 [11] – Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</p>	<p>З-ОПК-1 [11] – знать фундаментальные понятия, определения, положения, законы, теории и методы общинженерных наук, необходимые для решения задач профессиональной деятельности.  У-ОПК-1 [11] – уметь применять фундаментальные понятия, положения, законы, теории и методы общинженерных наук для решения задач профессиональной деятельности с учетом границ их применимости.  В-ОПК-1 [11] – владеть навыками применения методами математического анализа и моделирования при рассмотрении задач профессиональной деятельности.</p>
<p>ОПК-1 [3] – Способен применять базовые знания в области физико - математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности</p>	<p>З-ОПК-1 [3] – знать фундаментальные основы, полученные в области естественных и математических наук.  У-ОПК-1 [3] – уметь использовать на практике базовые знания, полученные в области естественных и математических наук; применять для анализа и обработки результатов физических экспериментов.  В-ОПК-1 [3] – владеть навыками обобщения, синтеза и анализа базовых знаний, полученных в области естественных и математических наук, владеть научным мировоззрением</p>
<p>ОПК-1 [15] – Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности</p>	<p>В-ОПК-1 [15] – Владеть навыками обобщения, синтеза и анализа фундаментальных знаний, полученные в области информационных технологий, естественных и гуманитарных наук, владеть научным мировоззрением  У-ОПК-1 [15] – Уметь использовать на практике углубленные фундаментальные знания, полученные в области естественных и гуманитарных наук.  З-ОПК-1 [15] – Знать фундаментальные основы, полученные в области информационных технологий, естественных и гуманитарных наук, знать методы анализа информации.</p>
<p>ОПК-1 [8] – Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы</p>	<p>З-ОПК-1 [8] – Знать базовые законы естественнонаучных дисциплин; основные математические законы; основные физические явления, процессы, законы и границы их применимости; сущность основных химических законов и явлений; методы математического моделирования,</p>

<p>математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>	<p>теоретического и экспериментального исследования У-ОПК-1 [8] – Уметь выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат В-ОПК-1 [8] – Владеть математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общефизических законов и принципов</p>
<p>ОПК-1 [7] – Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</p>	<p>З-ОПК-1 [7] – Знать: методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности У-ОПК-1 [7] – Уметь: применять методы математического анализа и моделирования для решения поставленных задач В-ОПК-1 [7] – Владеть: методами математического анализа и моделирования для решения поставленных задач</p>
<p>ОПК-2 [10] – Способен применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности</p>	<p>З-ОПК-2 [10] – Знать основные понятия и методы математического, векторного и тензорного анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности У-ОПК-2 [10] – Уметь решать типовые задачи, возникающие в ходе профессиональной деятельности методами математического, векторного и тензорного анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности В-ОПК-2 [10] – Владеть методами математического, векторного и тензорного анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности</p>
<p>ОПК-2 [17] – Способен применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности</p>	<p>З-ОПК-2 [17] – Знать методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики У-ОПК-2 [17] – Уметь применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности В-ОПК-2 [17] – Владеть методами математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач</p>
<p>ОПК-2 [5] – Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и</p>	<p>У-ОПК-2 [5] – уметь: анализировать новую научную проблематику в междисциплинарных областях знаний В-ОПК-2 [5] – владеть навыками: системного и сравнительного анализа, методологии синтеза; проводить аналогии в системах различного генезиса</p>



естественно- научных дисциплин (модулей)	3-ОПК-2 [5] – знать: теорию систем и системный анализ; научную проблематику в междисциплинарных областях знаний
УК-1 [4, 14, 15] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	3-УК-1 [4, 14, 15] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 [4, 14, 15] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 [4, 14, 15] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач
УК-1 [1, 18] – Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	3-УК-1 [1, 18] – Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации У-УК-1 [1, 18] – Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации В-УК-1 [1, 18] – Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий
УКЕ-1 [1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18] – Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	3-УКЕ-1 [1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18] – знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 [1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18] – уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 [1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18] – владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал
------------------	-------------------------	--------------------------

<p>воспитания Интеллектуальное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры умственного труда (В11)</p>	<p>дисциплин Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.</p>
<p>Профессиональное и трудовое воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (В14)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью», «Юридические основы профессиональной деятельности» для: - формирования навыков системного</p>

		<p>видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение</p>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)</p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.</p>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)</p>	<p>1. Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований.</li> </ul> <p>2. Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</li> <li>- формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и</li> </ul>

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>4 Семестр</i>						
1	Уравнения движения, законы сохранения, одномерное движение, движение в центральном поле	1-8	16/16/0		25	СК-8	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-





							У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 2, 2, У- ОПК- 2, В- ОПК- 2, 3- ОПК- 2, У- ОПК- 2, В- ОПК- 2, 3- ОПК- 2, У- ОПК- 2, В- ОПК- 2, 3-УК- 1, У- УК-1, В- УК-1, 3-УК- 1, У- УК-1,
--	--	--	--	--	--	--	---

							В-УК-1, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
2	Рассеяние частиц, малые колебания, гамильтонова механика	9-15	14/14/0		25	КИ-15	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-1, У-ОПК-1







							<p>ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, З- ОПК- 2, У- ОПК- 2, В- ОПК- 2, З- ОПК- 2, У- ОПК- 2, В- ОПК- 2, З- ОПК- 2, У- ОПК- 2, В- ОПК- 2, З- ОПК- 2, У- ОПК- 2, В- ОПК- 2, З-УК- 1, У- УК-1, В- УК-1, З-УК- 1, У- УК-1, В- УК-1, З- УКЕ- 1, У- УКЕ-</p>
--	--	--	--	--	--	--	---

							1, В- УКЕ- 1
	<i>Итого за 4 Семестр</i>		30/30/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 4 Семестр</b>				50	Э	3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК-





							ОПК- 1, 3- ОПК- 2, У- ОПК- 2, В- ОПК- 2, 3- ОПК- 2, У- ОПК- 2, В- ОПК- 2, 3- ОПК- 2, У- ОПК- 2, В- ОПК- 2, 3-УК- 1, У- УК-1, В- УК-1, 3-УК- 1, У- УК-1, В- УК-1, 3- УКЕ- 1, У- УКЕ- 1, В- УКЕ- 1
--	--	--	--	--	--	--	---

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
СК	Семестровый контроль
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>4 Семестр</i>	30	30	0
1-8	<b>Уравнения движения, законы сохранения, одномерное движение, движение в центральном поле</b>	16	16	0
1 - 2	<b>Число степеней свободы механической системы, функция Лагранжа, уравнения Лагранжа, задачи на составление функции Лагранжа и уравнений движения</b> Изучаются основы решения физических задач в рамках лагранжева формализма. Вводятся понятия действия и функции Лагранжа механической системы. Практическое применение принципа наименьшего действия: выводятся уравнения Лагранжа, решение которых полно описывает динамику развития механической системы.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	<b>Симметрии и законы сохранения</b> Рассматриваются фундаментальные законы сохранения механической системы: энергии, импульса и момента импульса. Демонстрируются методы, с помощью которых можно строить интегралы движения, основываясь на свойствах симметрии механической системы. Показывается, что в ряде случаев законы сохранения могут служить альтернативой уравнениям Лагранжа при нахождении законов движения механической системы.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 5	<b>Одномерное движение</b> Движение механической системы с одной степенью свободы рассматривается с точки зрения закона сохранения энергии. Основываясь на данном интеграле движения, оказывается возможным построить закон движения механической системы; причём решение подобного рода задач возможно провести полностью аналитически.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	<b>Движение в центральном поле: законы сохранения, уравнение траектории, общий анализ характера движения</b> Механические системы со сферически-симметрическим потенциалом являются ещё одним важным классом задач теоретической механики. При рассмотрении подобного	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0



	рода систем обнаруживается богатая физика интегралов движения - энергии и полного момента импульса. Рассматриваются общие свойства движения механической системы в центральном поле, задача двух тел, явление падения на центр поля. Решение задач этого класса оказывается возможным провести полностью аналитически.			
7 - 8	<b>Кеплерова задача. Вектор Рунге-Ленца</b> Задача Кеплера является частным случаем рассмотрения движения механической системы в центральном поле. Соответствующий потенциал носит название кулоновского. Рассматриваются три траектории движения, возможные в кулоновском поле: эллиптическая, гиперболическая и параболическая. Выводятся три закона Кеплера. Кроме того, показывается, что в кулоновском поле существует специфический интеграл движения - вектор Рунге-Ленца.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	<b>Рассеяние частиц, малые колебания, гамильтонова механика</b>	14	14	0
9	<b>Упругие столкновения частиц</b> Рассматриваются парные упругие столкновения частиц, с привлечением изученных ранее интегралов движения, в частности энергии и полного импульса механической системы. Рассматривается геометрическое представление упругих столкновений частиц с помощью так называемых диаграмм столкновений.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
10 - 11	<b>Рассеяние частиц. Формула Резерфорда</b> Вводятся понятия прицельного параметра и сечения рассеяния. В качестве одного из примеров рассматривается рассеяние частиц в кулоновском поле. Решением данной задачи является формула Резерфорда. Рассматриваются свойства резерфордовского рассеяния, особое внимание уделяется области применимости полученного результата и его приближение для случая малых углов рассеяния.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
12 - 13	<b>Малые колебания систем с одной и несколькими степенями свободы. Затухающие и нелинейные одномерные колебания</b> Рассматриваются различные виды колебательных движений механической системы. Вводятся понятия мод, собственных и вырожденных частот колебаний. Развивается метод представления сложного движения механической системы как наложения простых колебаний.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 15	<b>Функция Гамильтона и уравнения Гамильтона. Задание на составление функции Гамильтона и уравнений движения. Скобки Пуассона. Канонические преобразования. Уравнение Гамильтона-Якоби</b> Вводится понятие функции Гамильтона, рассматриваются основы гамильтонова формализма, выводятся уравнения Гамильтона. Проводится сравнительный анализ лагранжева и гамильтонова формализмов. Вводится новый дифференциальный оператор - скобки Пуассона, - с помощью которого оказывается возможным переписать в	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

удобной форме уравнения Гамильтона, а также строить новые интегралы движения на основе известных. Рассматриваются канонические преобразования обобщённых координат механической системы. Развивается метод Гамильтона-Якоби как ещё один способ получения законов движения механической системы.			
--	--	--	--

Сокращённые наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В курсе аналитической механики используются традиционные образовательные технологии: лекции, семинарские занятия с разбором задач и примеров, текущие домашние задания и большие домашние задания.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ОПК-1	З-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	У-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	В-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
УК-1	З-УК-1	Э, СК-8, КИ-15
	У-УК-1	Э, СК-8, КИ-15
	В-УК-1	Э, СК-8, КИ-15
УКЕ-1	З-УКЕ-1	Э, СК-8, КИ-15
	У-УКЕ-1	Э, СК-8, КИ-15
	В-УКЕ-1	Э, СК-8, КИ-15
ОПК-1	З-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	У-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	В-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15

УК-1	З-УК-1	Э, СК-8, КИ-15
	У-УК-1	Э, СК-8, КИ-15
	В-УК-1	Э, СК-8, КИ-15
ОПК-1	З-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	У-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	В-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	З-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	У-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	В-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	З-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	У-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	В-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	З-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	У-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	В-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	З-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	У-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	В-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
ОПК-2	З-ОПК-2	Э, СК-8, КИ-15
	У-ОПК-2	Э, СК-8, КИ-15
	В-ОПК-2	Э, СК-8, КИ-15
ОПК-1	В-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	З-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	У-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	З-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	У-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	В-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	З-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	У-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	В-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	З-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	У-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	В-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	З-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	У-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	В-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
ОПК-2	З-ОПК-2	Э, СК-8, КИ-15
	У-ОПК-2	Э, СК-8, КИ-15
	В-ОПК-2	Э, СК-8, КИ-15
	У-ОПК-2	Э, СК-8, КИ-15
	В-ОПК-2	Э, СК-8, КИ-15
	З-ОПК-2	Э, СК-8, КИ-15
ОПК-1	З-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	У-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	В-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	З-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	У-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15

	В-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	З-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	У-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	В-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	З-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	У-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15
	В-ОПК-1	Э, СК-8, КИ-15

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ М91 Аналитическая механика : , Москва: МИФИ, 2009
2. 53 К17 Основы физики Т.3 Упражнения и задачи, Москва: Лаборатория знаний, 2019
3. 53 Л22 Теоретическая физика Т.1 Механика, Москва: Физматлит, 2013

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 530 Б43 Задачи по теоретической физике : учебное пособие для вузов, Долгопрудный: Интеллект, 2013

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

Методические рекомендации по освоению теоретического материала.

Для успешного изучения курса необходимо придерживаться определенной методики занятий. Основное условие успеха — систематические занятия.

Для успешного освоения теоретической части курса необходимо регулярно посещать лекции и вести конспект. После каждой лекции следует внимательно разбирать лекционный материал, причём при необходимости следует проделывать некоторые дополнительные выкладки, если такие были оставлены лектором для самостоятельной работы. Перед началом каждой лекции имеет смысл просмотреть конспект, чтобы усвоение нового материала проходило лучше, так как в большинстве случаев изложение опирается на материал, прочитанный на предыдущих занятиях.

Для полного освоения курса недостаточно изучать лишь лекционный материал. В ходе освоения курса следует читать книги, предложенные в списке литературы по курсу. Настоятельно рекомендуется также использовать литературу, обозначенную как «дополнительная», а также самостоятельно или с помощью преподавателя искать и другие

источники. При работе с литературой почти бесполезно только читать предложенный материал. Следует проделывать все или хотя бы основные выкладки. Важно осознавать, что только самостоятельно проделанные выкладки приводят к пониманию материала. Все, что осталось непонятым, следует спросить у преподавателя на ближайшем занятии. Если даже целый раздел остался неясным, это не показатель ваших способностей; скорее всего вы еще не начали задавать вопросы себе и другим. А изучить теоретическую физику без вопросов: зачем?, почему?, откуда? — невозможно. То же касается и разбора лекционного материала.

Методические рекомендации для подготовки к семинарским занятиям и решению задач.

Программа курса и семестровый календарный план составлены так, что темы семинарских занятий следуют за темами лекций. И программа курса, и семестровый календарный план доступны каждому студенту на сайте учебного управления университета. Под-готовиться к очередному семинарскому занятию - это, прежде всего, проработать лекционный материал, согласно методическим рекомендациям, данным выше. Все невыясненные вопросы теории можно (и нужно) задать преподавателю в начале семинарского занятия. На семинаре, как правило, разбираются вопросы и качественные задачи, дающие возможность более глубоко постичь изучаемый раздел курса. Кроме того, на семинаре учат правильно ставить и решать задачи, анализировать решение задач. По пройденной на семинаре теме даются задачи для самостоятельного (домашнего) решения. Усвоение курса во многом зависит от осмысленного выполнения домашнего задания, вдумчивого решения большого количества задач.

При решении задач целесообразно руководствоваться следующими правилами.

Прежде всего нужно хорошо вникнуть в условие задачи, записать кратко ее условие.

Следует прикинуть, какие основные законы и уравнения и в каких приближениях следует использовать и записать их, после чего попытаться решить.

Задача должна быть сначала решена в максимально общем виде.

Получив решение в общем виде, нужно проверить, правильную ли оно имеет размерность.

Если это возможно, исследовать поведение решения в предельных случаях и изобразить характер изучаемой зависимости графически.

Если возможно, при получении того или иного результата, следует указать границы его применимости.

Решение задач принесет наибольшую пользу только в том случае, если вы решаете задачи самостоятельно. Решить задачу без помощи, без подсказки часто бывает нелегко и не всегда удается. Но даже не увенчавшиеся успехом попытки найти решение, если они предпринимались достаточно настойчиво, приносят ощутимую пользу, так как развивают мышление и укрепляют волю. Не следует бояться непривычно длинных математических выкладок, т.к. подобные «длинные» задачи приближены к реальным задачам, с которыми вы можете столкнуться в будущем в научной или другой работе.

Не следует смущаться тем, что некоторые задачи не решаются «с ходу». Достоверно установлено, что процесс творчества в области точных наук (а решение задач есть вид творчества) протекает по следующей схеме. Сначала идет подготовительная стадия, в ходе которой ученый настойчиво ищет решение проблемы. Если решение найти не удается и проблема оставлена, наступает вторая стадия (стадия инкубации) — ученый не думает о проблеме и занимается другими вопросами. Однако в подсознании продолжается скрытая работа мысли, которая часто приводит в конечном итоге к третьей стадии - внезапному

озарению и получению требуемого решения. Нужно иметь в виду, что стадия инкубации не возникает сама собой - для того чтобы пустить в ход машину бессознательного, необходима настойчивая интенсивная работа в ходе подготовительной стадии.

Решение задач, как мы уже отмечали, есть также вид творчества и подчиняется тем же закономерностям, что и работа ученого над научной проблемой. Правда, в некоторых случаях, вторая стадия - стадия инкубации - может быть выражена настолько слабо, что остается незамеченной.

Из сказанного вытекает, что решение задач ни в коем случае не следует откладывать на последний вечер перед занятиями, как, к сожалению, нередко поступают студенты. В этом случае более сложные и притом наиболее содержательные и полезные задачи заведомо не могут быть решены.

Над заданными «на дом» задачами надо начинать думать как можно раньше, создавая условия для реализации стадии инкубации.

В рекомендуемых сборниках задач, в разделе, который следует за ответами, содержатся указания к решению более трудных задач. Обращаться к ним нужно лишь после того, как несколько попыток решить задачу не приведут к успеху.

Методические рекомендации для подготовки к контрольным и проверочным работам.

Контрольные работы проводятся для проверки качества усвоения материала и выполнения домашних заданий студентами. Они основываются строго на пройденном материале и не выходят за рамки излагаемого курса. Своевременное изучение лекционных материалов и выполнение домашних заданий гарантирует успешное выполнение контрольных и проверочных работ. При подготовке следует руководствоваться общепринятыми установками, т.е. повторить изученный материал, запомнить основные идеи, принципы и результаты курса. Не следует пытаться «вызубрить» материал, достаточно понять и запомнить логику вывода тех или иных результатов и решения задач и осознать их физический и математический смысл. При выполнении контрольной или проверочной работы необходимо записывать все основные шаги при решении задачи, не «перескакивая» к какому-то промежуточному или окончательному результату без каких-либо на то физических или математических обоснований.

Никаких особых требований к оформлению работ нет. Работа должна быть записана так, чтобы была понятна логика решения задач. Окончательный ответ необходимо выделить каким-либо способом так, чтобы проверяющему было понятно, что это и есть ответ к задаче.

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Проведение практических занятий и выполнение самостоятельных работ

Студенты должны, используя прослушанный на лекциях материал, научиться решать задачи по курсу. Следует использовать различные приемы вовлечения студентов в творческий процесс освоения учебного материала: опрос студентов по содержанию прочитанных лекций, вызов студентов к доске для решения текущих задач, самостоятельное решение задачи со сверкой промежуточных и конечного результатов решения, показ преподавателем на доске решения типовых задач, самостоятельные работы.

### Организация контроля

Контроль знаний осуществляется и путем проведения контрольных или самостоятельных работ с последующей проверкой.

На каждом семинаре выдается домашнее задание, которое обязательно проверяется в индивидуальном порядке. Также в курсе может быть выдано т.н. большое домашнее задание. Большие домашние задания (БДЗ) предназначены для самостоятельной работы студентов с последующей проверкой преподавателем. Как правило, сдача БДЗ проходит в виде устной защиты в середине или в конце учебного семестра, но форма и время проверки может быть изменена на усмотрение преподавателя.

На основании этих результатов выставляется внутрисеместровый зачет.

### Проведение зачетов и экзаменов

Для допуска к аттестации необходимо иметь положительные оценки по каждой теме. Во время аттестации студент получает индивидуальный билет и готовит ответы на вопросы по курсу.

Автор(ы):

Муравьев Сергей Евгеньевич, к.ф.-м.н., доцент

Рецензент(ы):

Рогозкин Дмитрий Борисович, профессор,  
Попруженко Сергей Васильевич, профессор