

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Таюрский Д.А.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Теоретическая физика: теоретическая механика. Механика сплошных сред Б1.Б.22

Специальность: 03.05.01 - Астрономия

Специализация: не предусмотрено

Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Прошин Ю.Н.

**Рецензент(ы):**

Соловьев О.В.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Прошин Ю. Н.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

Казань  
2017

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Прошин Ю.Н. Кафедра теоретической физики Отделение физики, Yurii.Proshin@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Теоретическая механика. Механика сплошных сред" являются изучение основных понятий, законов, моделей и уравнений движения теоретической механики

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.Б.22 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.05.01 Астрономия и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 2 курсе, 4 семестр.

Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин: математический анализ, дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление, теория функций комплексного переменного, векторный и тензорный анализ, механика. Является базовой дисциплиной для изучения других курсов теоретической физики (Электродинамика, Квантовая теория, Термодинамика. Статистическая физика. Физическая кинетика). Освоение дисциплины будет способствовать успешной профессиональной деятельности, позволит в дальнейшем изучать курсы общенаучного и профессионального циклов основной образовательной программы бакалавриата и магистратуры.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-7 (общекультурные компетенции)	готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способность ориентироваться в базовых астрономических и физико-математических теориях и применять их в научных исследованиях
ПК-1 (профессиональные компетенции)	владение методами астрономического, физического и математического исследования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способность к интенсивной научной и научно-исследовательской деятельности

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Теоретические основы, основные понятия, законы и модели теоретической механики; иметь представление о современном состоянии этого раздела теоретической физики

2. должен уметь:

Понимать, излагать и критически анализировать базовую общезначимую информацию; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями теоретической механики; формулировать и доказывать основные результаты теоретической механики, записывать основные уравнения движения простых механических систем

3. должен владеть:

Навыками решения задач о движении простых механических систем, нахождении их законов движения и траекторий

4. должен демонстрировать способность и готовность:  
к дальнейшему обучению

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) 216 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 4 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Начальная проверочная работа	4	1	0	1	0	Устный опрос Письменная работа
2.	Тема 2. Основные понятия, законы и уравнения движения классической механики	4	1-3	9	8	0	Письменное домашнее задание Контрольная работа Устный опрос
3.	Тема 3. Основные модели классической механики	4	4-7	12	10	0	Письменное домашнее задание Контрольная работа Устный опрос
4.	Тема 4. Контрольная работа ♦1 (по темам 2,3)	4	7	0	2	0	
5.	Тема 5. Механика частиц со связями	4	8-10	8	9	0	Письменное домашнее задание Контрольная работа Устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
6.	Тема 6. Механика абсолютно твердого тела.	4	10-12	5	2	0	Устный опрос Письменное домашнее задание
7.	Тема 7. Статика системы материальных точек и твердых тел	4	12	0	1	0	Письменная работа Письменное домашнее задание
8.	Тема 8. Уравнения движения в неинерциальной системе отсчета.	4	12	2	1	0	Контрольная работа Устный опрос
9.	Тема 9. Малые колебания механических систем	4	13-15	9	9	0	Устный опрос Контрольная работа Письменное домашнее задание
10.	Тема 10. Контрольная работа ♦2 (по темам 5,8,9)	4	15	0	2	0	
11.	Тема 11. Элементы аналитической механики	4	16-18	9	7	0	Контрольная работа Устный опрос Письменное домашнее задание
12.	Тема 12. Основные понятия механики сплошных сред.	4	16-18	0	0	0	Устный опрос
13.	Тема 13. Контрольная работа ♦3 (по темам 11-12)	4	18	0	2	0	
14.	Тема 14. Подготовка к экзамену	4		0	0	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	Экзамен
	Итого			54	54	0	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Начальная проверочная работа

#### *практическое занятие (1 часа(ов)):*

Начальная проверочная работа (диф. уравнения, интегрирование, дифференцирование)

### Тема 2. Основные понятия, законы и уравнения движения классической механики

**лекционное занятие (9 часа(ов)):**

Основные понятия, законы и уравнения движения классической механики; Законы изменения и сохранения импульса, момента импульса и энергии и интегралы движения;

**практическое занятие (8 часа(ов)):**

Решение задач. Основные понятия, законы и уравнения движения классической механики; Законы изменения и сохранения импульса, момента импульса и энергии и интегралы движения;

**Тема 3. Основные модели классической механики**

**лекционное занятие (12 часа(ов)):**

Основные модели классической механики (одномерное движение, движение в центрально-симметричном поле, проблема двух тел, понятие о рассеянии частиц);

**практическое занятие (10 часа(ов)):**

Решение задач. Основные модели классической механики (одномерное движение, движение в центрально-симметричном поле, проблема двух тел, понятие о рассеянии частиц);

**Тема 4. Контрольная работа ♦1 (по темам 2,3)**

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Контрольная работа ♦1 (по темам 2,3)

**Тема 5. Механика частиц со связями**

**лекционное занятие (8 часа(ов)):**

Механика частиц со связями, уравнения Лагранжа 1 и 2 рода;

**практическое занятие (9 часа(ов)):**

Решение задач. Механика частиц со связями, уравнения Лагранжа 1 и 2 рода;

**Тема 6. Механика абсолютно твердого тела.**

**лекционное занятие (5 часа(ов)):**

Механика абсолютно твердого тела. Основные понятия.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Решение задач. Механика абсолютно твердого тела. Основные понятия.

**Тема 7. Статика системы материальных точек и твердых тел**

**практическое занятие (1 часа(ов)):**

Решение задач. Статика системы материальных точек и твердых тел

**Тема 8. Уравнения движения в неинерциальной системе отсчета.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Уравнения движения в неинерциальной системе отсчета. Силы инерции.

**практическое занятие (1 часа(ов)):**

Решение задач. Уравнения движения в неинерциальной системе отсчета. Силы инерции.

**Тема 9. Малые колебания механических систем**

**лекционное занятие (9 часа(ов)):**

Малые колебания механических систем, резонанс

**практическое занятие (9 часа(ов)):**

Решение задач. Малые колебания механических систем, резонанс

**Тема 10. Контрольная работа ♦2 (по темам 5,8,9)**

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Контрольная работа ♦2 (по темам 5,7,8)

**Тема 11. Элементы аналитической механики**

**лекционное занятие (9 часа(ов)):**

Элементы аналитической механики (принцип наименьшего действия, уравнения Гамильтона, канонические преобразования, уравнение Гамильтона-Якоби, теорема Лиувилля)

**практическое занятие (7 часа(ов)):**

Решение задач. Элементы аналитической механики (принцип наименьшего действия, уравнения Гамильтона, канонические преобразования, уравнение Гамильтона-Якоби, теорема Лиувилля)

**Тема 12. Основные понятия механики сплошных сред.**

**Тема 13. Контрольная работа ♦3 (по темам 11-12)**

*практическое занятие (2 часа(ов)):*

Контрольная работа ♦3 (по темам 11)

**Тема 14. Подготовка к экзамену**

#### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Основные понятия, законы и уравнения движения классической механики	4	1-3	Выполнение домашних работ	1	Проверка домашних работ
				подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	1	контрольная работа
3.	Тема 3. Основные модели классической механики	4	4-7	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	1	контрольная работа
5.	Тема 5. Механика частиц со связями	4	8-10	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	1	контрольная работа
6.	Тема 6. Механика абсолютно твердого тела.	4	10-12	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
7.	Тема 7. Статика системы материальных точек и твердых тел	4	12	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
				подготовка к письменной работе	1	письменная работа
8.	Тема 8. Уравнения движения в неинерциальной системе отсчета.	4	12	подготовка к контрольной работе	1	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
9.	Тема 9. Малые колебания механических систем	4	13-15	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	1	контрольная работа
11.	Тема 11. Элементы аналитической механики	4	16-18	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	1	контрольная работа
12.	Тема 12. Основные понятия механики сплошных сред.	4	16-18	подготовка к устному опросу	5	устный опрос
14.	Тема 14. Подготовка к экзамену	4		Подготовка к экзамену	34	экзамен
	Итого				72	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Курс лекций и практических занятий, организованных по стандартной технологии в интерактивной форме с живым диалогом между преподавателем и студентом. Использование мультимедийных средств и Интернета.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. Начальная проверочная работа

### Тема 2. Основные понятия, законы и уравнения движения классической механики

домашнее задание , примерные вопросы:

Разбор задач и задачи: Леушин А.М., Нигматуллин Р.Р., Прошин Ю.Н., Теоретическая физика. Механика (практический курс) задачник для физиков.

[http://www.kpfu.ru/docs/F1168018520/theor\\_mech\\_practical\\_course.pdf](http://www.kpfu.ru/docs/F1168018520/theor_mech_practical_course.pdf) РАЗДЕЛ 1. КИНЕМАТИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ РАЗДЕЛ 2. ДИНАМИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа ♦1 Общая по темам 2 и 3.

Проверка домашних работ , примерные вопросы:

[http://www.kpfu.ru/docs/F1168018520/theor\\_mech\\_practical\\_course.pdf](http://www.kpfu.ru/docs/F1168018520/theor_mech_practical_course.pdf) РАЗДЕЛ 1. КИНЕМАТИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ РАЗДЕЛ 2. ДИНАМИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

### Тема 3. Основные модели классической механики

домашнее задание , примерные вопросы:

Разбор задач и задачи: Леушин А.М., Нигматуллин Р.Р., Прошин Ю.Н., Теоретическая физика. Механика (практический курс) задачник для физиков.

[http://www.kpfu.ru/docs/F1168018520/theor\\_mech\\_practical\\_course.pdf](http://www.kpfu.ru/docs/F1168018520/theor_mech_practical_course.pdf) РАЗДЕЛ 3. МЕТОД ЗАКОНОВ СОХРАНЕНИЯ И ДВИЖЕНИЕ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ПОЛЕ РАЗДЕЛ 4. ПРОБЛЕМА ДВУХ ТЕЛ И ТЕОРИЯ СТОЛКНОВЕНИЯ И РАССЕЯНИЯ ЧАСТИЦ

контрольная работа , примерные вопросы:



Контрольная работа ♦1 Общая по темам 2 и 3.

#### **Тема 4. Контрольная работа ♦1 (по темам 2,3)**

#### **Тема 5. Механика частиц со связями**

домашнее задание , примерные вопросы:

Разбор задач и задачи: Леушин А.М., Нигматуллин Р.Р., Прошин Ю.Н., Теоретическая физика. Механика (практический курс) задачник для физиков.

[http://www.kpfu.ru/docs/F1168018520/theor\\_mech\\_practical\\_course.pdf](http://www.kpfu.ru/docs/F1168018520/theor_mech_practical_course.pdf) РАЗДЕЛ 5. УРАВНЕНИЯ ЛАГРАНЖА

контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа ♦2 Общая по темам 5,8,9.

#### **Тема 6. Механика абсолютно твердого тела.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Разбор задач и задачи: Леушин А.М., Нигматуллин Р.Р., Прошин Ю.Н., Теоретическая физика. Механика (практический курс) задачник для физиков.

[http://www.kpfu.ru/docs/F1168018520/theor\\_mech\\_practical\\_course.pdf](http://www.kpfu.ru/docs/F1168018520/theor_mech_practical_course.pdf) РАЗДЕЛ 6. ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА. НЕИНЕРЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОТСЧЕТА

#### **Тема 7. Статика системы материальных точек и твердых тел**

домашнее задание , примерные вопросы:

Разбор задач и задачи: Леушин А.М., Нигматуллин Р.Р., Прошин Ю.Н., Теоретическая физика. Механика (практический курс) задачник для физиков.

[http://www.kpfu.ru/docs/F1168018520/theor\\_mech\\_practical\\_course.pdf](http://www.kpfu.ru/docs/F1168018520/theor_mech_practical_course.pdf)

письменная работа , примерные вопросы:

Задачи по этой теме из Задачника. Леушин А.М., Нигматуллин Р.Р., Прошин Ю.Н., Теоретическая физика. Механика (практический курс) задачник для физиков.

[http://www.kpfu.ru/docs/F1168018520/theor\\_mech\\_practical\\_course.pdf](http://www.kpfu.ru/docs/F1168018520/theor_mech_practical_course.pdf) РАЗДЕЛ 7. УСЛОВИЯ РАВНОВЕСИЯ СИСТЕМЫ, с. 139--156

#### **Тема 8. Уравнения движения в неинерциальной системе отсчета.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа ♦2 Общая по темам 5,8,9. Разбор задач и задачи: Леушин А.М., Нигматуллин Р.Р., Прошин Ю.Н., Теоретическая физика. Механика (практический курс) задачник для физиков. [http://www.kpfu.ru/docs/F1168018520/theor\\_mech\\_practical\\_course.pdf](http://www.kpfu.ru/docs/F1168018520/theor_mech_practical_course.pdf) РАЗДЕЛ 6. ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА. НЕИНЕРЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОТСЧЕТА

#### **Тема 9. Малые колебания механических систем**

домашнее задание , примерные вопросы:

Разбор задач и задачи: Леушин А.М., Нигматуллин Р.Р., Прошин Ю.Н., Теоретическая физика. Механика (практический курс) задачник для физиков.

[http://www.kpfu.ru/docs/F1168018520/theor\\_mech\\_practical\\_course.pdf](http://www.kpfu.ru/docs/F1168018520/theor_mech_practical_course.pdf) РАЗДЕЛ 8. МАЛЫЕ КОЛЕБАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа ♦2 Общая по темам 5,8,9.

#### **Тема 10. Контрольная работа ♦2 (по темам 5,8,9)**

#### **Тема 11. Элементы аналитической механики**

домашнее задание , примерные вопросы:

Разбор задач и задачи: Леушин А.М., Нигматуллин Р.Р., Прошин Ю.Н., Теоретическая физика. Механика (практический курс) задачник для физиков.

[http://www.kpfu.ru/docs/F1168018520/theor\\_mech\\_practical\\_course.pdf](http://www.kpfu.ru/docs/F1168018520/theor_mech_practical_course.pdf) РАЗДЕЛ 9. УРАВНЕНИЯ ГАМИЛЬТОНА. СКОБКИ ПУАССОНА РАЗДЕЛ 10. КАНОНИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ.

УРАВНЕНИЕ ГАМИЛЬТОНА-ЯКОБИ

контрольная работа , примерные вопросы:

Контрольная работа ♦3

#### **Тема 12. Основные понятия механики сплошных сред.**

устный опрос , примерные вопросы:

Самостоятельное изучение. 1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория упругости, М., Физматлит, 2007.- 264 с. Имеется в ЭБС "Лань" [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2233](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2233) 2. Механика сплошной среды, Нигматулин, Роберт Искандерович, 2014г., экз. 50

### **Тема 13. Контрольная работа ♦3 (по темам 11-12)**

### **Тема 14. Подготовка к экзамену**

экзамен, примерные вопросы:

Краткий конспект лекций, разбор задач: Леушин А.М., Нигматуллин Р.Р., Прошин Ю.Н., Теоретическая физика. Механика (практический курс) задачник для физиков. [http://www.kpfu.ru/docs/F1168018520/theor\\_mech\\_practical\\_course.pdf](http://www.kpfu.ru/docs/F1168018520/theor_mech_practical_course.pdf)

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

Задачи для самостоятельной работы студентов.

Тестовые задачи (с формулами) по теоретической механике приведены на странице [http://mrsej.kpfu.ru/pro/ind\\_TM.htm](http://mrsej.kpfu.ru/pro/ind_TM.htm)

Доступ - [http://mrsej.kpfu.ru/pro/Tests\\_10.htm](http://mrsej.kpfu.ru/pro/Tests_10.htm)

Краткий конспект лекций, разбор задач:

Леушин А.М., Нигматуллин Р.Р., Прошин Ю.Н., Теоретическая физика. Механика (практический курс) задачник для физиков.

[http://www.kpfu.ru/docs/F1168018520/theor\\_mech\\_practical\\_course.pdf](http://www.kpfu.ru/docs/F1168018520/theor_mech_practical_course.pdf)

Форма аттестации: экзамен

Регламент балльно-рейтинговой системы по практическим занятиям

"Теоретическая механика и основы механики сплошных сред" (2 курс, ф. поток)

1] Текущая работа 5

[2] Контрольные работы (3) 40

[3] Самостоятельные работы (2) 5

[4] Экзамен 50

Тема кол-во занятий баллы

Начальная проверочная работа.

Уровень подготовленности студентов по математике. Векторы и математические действия над ними. Интегрирование и дифференцирование функций. Основные дифференциальные уравнения и методы их решения. 3

1 Кинематика материальной точки. 2

2 Динамика материальной точки. 3

3 Метод законов сохранения

и движение в центральном поле. 2

4 Проблема двух тел и теория столкновения и рассеяния частиц. 2

Текущая работа студента (домашние работы, активность на занятиях, ответы на вопросы на лекциях и на практике, и т.д.) (за темы 1-4) 2

Контрольная работа "Ньютонов формализм классической механики" . Темы 1-4 1 14

5 Уравнения Лагранжа 3

6 Малые колебания механических систем. 3

7 Условия равновесия системы 1

Самостоятельная домашняя работа "Условия равновесия системы". Тема 7. 2

Текущая работа студента (домашние работы, активность на занятиях, ответы на вопросы на лекциях и на практике, и т.д.) (за темы 5-7) 2

Контрольная работа "Лагранжев формализм классической механики". Темы 5-6. 1 14

8 Уравнения Гамильтона. Скобки Пуассона 2

9 Канонические преобразования. Уравнение Гамильтона-Якоби. 2(3)

Текущая работа студента (домашние работы, активность на занятиях, ответы на вопросы на лекциях и на практике, и т.д.) (за темы 8-9) 1

Контрольная работа "Гамильтонов формализм классической механики". Темы 8-9. 1 12

Переписывание КР 1 (2)

Итого 24 (26) 50

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ (в скобках "стоимость" вопроса в баллах рейтинговой системы)

1. Предмет классической механики (2).

2. Разделы механики (2).

3. Понятие материальной точки и кинематики движения.(2). Запись основных кинематических характеристик движения в декартовой (2), цилиндрической (7) и сферической (СИ 15) системах координат. Понятие о естественном трехграннике (15).

4. Пространство (3) и время (2) в классической механике.

5. Понятие силы и массы (3). Примеры сил, встречающихся в классической механике (4). Законы Ньютона (3).

6. Принцип относительности Галилея (4).

7. Понятие об инерциальной системе отчета (2) и уравнения движения классической механики (12) в различных системах координат.

8. Начальные условия (2) и принцип причинности классической механики (6).

9. Работа и классификация сил (5). Потенциальные силы (4). Потенциальная энергия (6). Их взаимосвязь. Примеры для потенциальных сил, встречающихся в классической механике (5).

10. Криволинейная система координат (1), коэффициенты Ламме (3), уравнения движения для нее (2) (вывод уравнений Лагранжа +18).

11. Прямая (2) и обратная (2) задачи динамики.

12. СИ Интегрирование уравнений движения в случаях частных видов сил (10).

(гармонический осциллятор, движение в средах с трением, движение в поле тяжести, движение заряженной частицы в однородном магнитном поле и в скрещенных однородных электрическом и магнитном полях, пространственный осциллятор, движение в гравитационном (кулоновском) поле и т.д.).

13. Пример прямой задачи динамики (формула Бине (8), закон всемирного тяготения (+5)).

14. СИ Пример обратной задачи механики (5) (пространственный осциллятор (8)).

15. Законы сохранения и интегралы движения (4). Основные теоремы классической механики (2)

16. Закон сохранения для системы материальных точек и его связь со свойствами пространства-времени

- импульса (однородность пространства) (15);

- момента импульса (изотропность пространства) (20);

- энергии (однородность и изотропность времени) (20).

17. Система материальных точек (1). Центр инерции (тяжести) (2). Внутренние и внешние силы (1). Замкнутые и консервативные системы (3).

18. Законы изменения для системы материальных точек

- импульса, замкнутые системы (5+3);

- момента импульса (8+3);

- полной механической энергии (8), виды сил (2), консервативные системы (2). Внутренняя энергия системы (4).

???Теорема о вириале сил (10)

19. Одномерное движение материальной точки, свойства движения (8). Общее решение (8).

20. Движение материальной точки в центрально-симметричном поле. Постановка задачи (2). Интегралы движения и основные свойства (7). Эффективный потенциал и качественный анализ движения (6) (зависимость эффективного потенциала от расстояния (2), области, запрещенные и разрешенные для движения (2), финитное и инфинитное движение (2). Условие падения материальной точки на силовой центр (8).
21. Движение материальной точки в центрально-симметричном поле. Общее решение: траектория движения и закон движения частицы по траектории (15). Условие замкнутости траектории (5).
22. Общее решение задачи Кеплера: движение частицы под действием силы, обратно пропорциональной квадрату расстояния (потенциал  $U = -\alpha/r$ ) - качественный анализ (7), нахождение траектории (10), анализ решения (2), космические скорости (5).
23. Законы Кеплера (3), их вывод (2+2+5).
24. Движение материальной точки в поле  $U(r) = \alpha/r$  (качественный анализ: общие свойства (3) и траектория (3), вывод выражения для траектории (+5)).
25. Проблема двух тел, постановка задачи (3). Вывод уравнений движения центра масс и фиктивной частицы (8). Законы сохранения (5).
26. Примеры задачи двух тел. Движение системы Земля-Солнце (3). Двойные звезды (3). Поправка к третьему закону Кеплера (6).
27. СИ Рассеяние двух частиц. Постановка задачи (5). Лобовой удар (6). Диаграмма импульсов (10). Условие захвата частиц (4).
28. СИ Рассеяние потоков частиц. Постановка задачи (2). Дифференциальное поперечное эффективное сечение рассеяния (10). Формула Резерфорда (10). Частные случаи (3).
29. Свободные и связанные системы (1). Понятие о связях, движение системы при наличии связей (1). Классификация связей (3). Примеры связей (8=+1+1+1+2+3). Трудности решения задачи динамики при наличии связей (2).
30. Степени свободы системы (2), обобщенные координаты (2).
31. Действительные (2), возможные (3) и виртуальные (5) перемещения.
32. Идеальные связи и их примеры (4+4). Принципы виртуальных перемещений Даламбера (2+5).
33. Уравнения Лагранжа первого рода (с реакциями связей) (2, с выводом +10).  
??? Законы изменения импульса, момента импульса и энергии при наличии связей (8).
34. Решение задач с помощью уравнений Лагранжа первого рода (3) - общий рецепт. Точка отрыва частицы при соскальзывании по параболе  $x = ay^2$  (+10).
35. Динамический принцип Даламбера и уравнения Лагранжа второго рода для обобщенных координат (3, с выводом +20).
36. Решение задач в формализме уравнений Лагранжа (общий рецепт) (8).
37. Нахождение функции Лагранжа для механической системы (4). Примеры: гармонический осциллятор, движение в центральном поле, свободные частицы,? (4).
38. Структура функции Лагранжа (7).  
??? Понятие об обобщенном потенциале (9).
- Сила, действующая на систему заряженных частиц во внешнем электромагнитном поле как пример обобщенно потенциальной силы (9). Диссипативная функция Рэля (6).
39. Свойства функции (3) и уравнений Лагранжа (3).
40. Обобщенные импульсы (2), циклические переменные (2) и интегралы движения (2) в формализме уравнений Лагранжа.
41. Обобщенная энергия (3) физической системы (функция Гамильтона), законы изменения (10) и сохранения (3) обобщенной энергии системы (лагранжев формализм). Обобщенно консервативные системы (2).  
??? Абсолютно твердое тело (1). Независимые координаты твердого тела (6). Эйлеровы углы (6).  
Положение скорость и ускорение произвольной точки твердого тела (10).

Тензор инерции (8). Влияние симметрии твердого тела на вид тензора инерции (3). Понятие об эллипсоиде инерции (4).

Момент импульса твердого тела (5). Уравнения движения твердого тела (5). Кинематические уравнения Эйлера (4).

Плоскопараллельное движение твердого тела (2). ??? Движение тела, закрепленного в двух точках (8).

Движение твердого тела с одной неподвижной точкой (2). Динамические уравнения Эйлера (6). Движение свободного симметричного волчка (6). Нутация (1).

??? Неголономные связи (5). Уравнения движения системы при наличии неголономных связей (8).

42. СИ Статика. Условия равновесия системы материальных точек и твердых тел (12).  
??? Соприкосновение твердых тел и их качение (8).

43. СИ Уравнения движения в неинерциальной системе отсчета (3+12). Силы инерции (6).  
??? Уравнения движения материальной точки у поверхности Земли (16).

44. Движение механической системы около положения равновесия (2). Общие свойства и типы колебаний (2).

45. Малые колебания (1). Линеаризация уравнений движения (4) и решение задачи о линейных колебаниях с одной степенью свободы (4). Гармонические колебания (1). Фазовый портрет осциллятора (4).

??? Задача о зависимости собственной частоты нелинейных колебаний от амплитуды (6).

46. Линейные одномерные колебания в присутствии сил трения (затухающие колебания) (10).  
??? Вынужденные линейные одномерные колебания в присутствии сил трения. Общее решение (12).

47. Колебания при наличии сил трения и периодической (по закону косинуса) вынуждающей силы (12). Резонанс (7).

48. СИ Поведение колебательной системы вблизи резонанса (5).

??? Резонансное поглощение энергии колебательной системой (12), форма резонансной кривой (8).

??? Понятие о бифуркации (3). Задача об одномерном колебании с управляющим параметром (12).

49. Линеаризация уравнений движения (10) и решение задачи о свободных линейных колебаниях механической системы со многими степенями свободы (собственные частоты (6) и нормальные координаты (9)).

50. Решение задач о малых колебаниях механической системы (общий рецепт) (7).

51. Задача. Частоты и нормальные колебания системы из трех материальных точек на гладком стержне, связанных пружинами одинаковой жесткости (+18).

52. Колебания молекул (8).

53. Принцип наименьшего действия - вариационный принцип теоретической механики (15). Вывод из него уравнения Лагранжа (8).

54. Функция Гамильтона (6). Вывод уравнений Гамильтона (9).

55. Физический смысл функции Гамильтона (6), законы изменения и сохранения обобщенной энергии (6), консервативные системы (1) (гамильтонов формализм).

56. Нахождение функции Гамильтона для механической системы (6). Примеры: гармонический осциллятор, движение в центральном поле, свободные частицы, ? (+4).

57. Циклические координаты (2), интегралы движения (3) в гамильтоновом формализме.

58. Скобки Пуассона (2), их свойства (6+4). Фундаментальные скобки Пуассона (3).

59. Теорема Пуассона (6) и ее следствия (4).

60. Канонические преобразования (3). Производящие функции (9). Преобразования Лежандра (переход между производящими функциями разного типа)

61. Получение канонических преобразований с помощью производящих функций (6).

62. Примеры канонических преобразований (6).

63. Инвариантность скобок Пуассона относительно канонических преобразований (9).
64. Бесконечно малые канонические преобразования (14).
65. Переменные действие-угол (5).
66. Уравнение Гамильтона-Якоби, его вывод (9), физический смысл F2 (6). Упрощение уравнения Гамильтона-Якоби (5) для консервативных систем (принцип Мопертюи?), циклических координат, ?
67. Разделение переменных в уравнении Гамильтона-Якоби (12), как наиболее общий метод его упрощения (2+2). Нахождение закона движения по известной главной функции Гамильтона - Якоби (7).
68. Решение задач с помощью уравнения Гамильтона-Якоби- общий рецепт (15).
69. СИ Решение задачи о движении тела, брошенного под углом к горизонту с помощью уравнения Гамильтона-Якоби (+17).
70. Фазовое пространство (4). Теорема Лиувилля (10+6).
71. ??? Элементы механики сплошных сред. Модели механики сплошных сред: упругая среда (5), идеальная жидкость (5), несжимаемая жидкость (5), вязкая жидкость (5).  
???Основные понятия механики сплошных сред (10). Тензор конечных деформаций (10).  
???Тензор малых деформаций (10). Тензор поворота (10). Их свойства.  
???Уравнение непрерывности для сплошной среды (15).  
???Тензор напряжений (15): его физический смысл и свойства. Примеры.  
???Закон изменения энергии для сплошной среды (20).  
???Уравнение движения (уравнение Эйлера) для сплошной среды (15).  
???Система основных уравнений механики сплошных сред (20).  
???Идеальная жидкость. Основные понятия и уравнения (21). Примеры (4).  
???Упругое тело. Основные понятия и уравнения (21). Примеры (4).

Примечание: Вопросы, стоящие под одним номером, могут входить по частям в РАЗНЫЕ билеты

??? - вопрос вынесен на самостоятельное изучение и может войти в экз. билеты,

СИ - вопрос вынесен на самостоятельное изучение и войдет в экз. билеты

Список основных вопросов,  
незнание которых приводит  
к неудовлетворительной оценке  
по курсу "Теоретическая Механика"

Как записать радиус-вектор  $r$ , скорость  $v$ , ускорение  $w$  и секторную скорость  $s$  в декартовой и цилиндрической системах координат?

Записать выражения для основных сил, используемых в классической механике. (Работа и классификация сил).

Записать основные типы уравнений движения классической механики и объяснить смысл, входящих в них величин. (Уравнения Ньютона, уравнения Лагранжа I и II рода, уравнения Гамильтона, уравнения Гамильтона-Якоби).

Как записать уравнения движения классической механики для конкретной физической системы (свободная частица, гармонический осциллятор, частица в центральном поле, ...)? (Уравнения Ньютона, уравнения Лагранжа, уравнения Гамильтона, уравнения Гамильтона-Якоби).

Как записать законы изменения импульса, момента импульса и полной механической энергии для системы материальных точек?

Как качественно определить движение материальной точки в одномерном случае и в случае центрального поля? (пример)

Как свести задачу двух тел к движению фиктивной частицы?

Как подсчитать число степеней свободы механической системы со связями и ввести обобщенные координаты? (пример)

К каким следствиям приводит наличие циклических координат? (пример)

Как по виду потенциальной функции  $U(x)$  найти частоту малых колебаний механической системы? (пример)

Как найти собственные частоты и нормальные координаты малых колебаний механической системы с двумя степенями свободы с потенциальной энергией  $U(x,y)$ ? (пример)

Как сформулировать принцип наименьшего действия?

Какие преобразования называются каноническими?

Как записать полную производную по времени от физической величины с помощью скобок Пуассона? (пример)

Как сформулировать теорему Лиувилля?

Как связаны симметрия твердого тела и вид тензора инерции? (пример)

{Примечание: Пункты, отмеченные знаками вопроса, могут не выноситься на экзамен}

Предварительный математический минимум, необходимый для понимания курса "Теоретическая Механика"

Векторы и действия над ними (скалярное и векторное произведения, разложение векторов).

Матрицы и квадратичные формы. Приведение матриц второго и третьего порядка к диагональному виду.

Неопределенные и определенные интегралы и производные. Замена переменных в интегралах.

Общие методы решения дифференциальных уравнений первого и второго порядка. Общие и частные решения.

### 7.1. Основная литература:

Практическая математика, Белоусов, Юрий Михайлович; Кузнецов, Владимир Петрович, 2009г.

Задания по курсу "Теоретическая механика. Динамика точки и механической системы", Тазюков, Фэрид Хоснутдинович; Тазюков, Б. Фэридович, 2011г.

3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.1 Механика, М., Физматлит, 2007.- 224 с. Имеется в ЭБС "Лань" [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2231](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2231)

4. Никитин Н.Н. Курс теоретической механики. Лань, 2011, 720 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=1807](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1807)

5. Стрелков С.П. Механика. Лань, 2005, 560 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=589](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=589)

6. Сборник коротких задач по теоретической механике. Под ред. Кепе О.Э., Издательство: Лань, ISBN:978-5-8114-0826-9, 3-е изд., стер., 2009, 368 стр. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=183](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=183)

7. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория упругости, М., Физматлит, 2007.- 264 с. Имеется в ЭБС "Лань" [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2233](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2233)

А также предыдущие издания указанных книг.

### 7.2. Дополнительная литература:

Теоретическая механика, Немов, Виталий Григорьевич, 2006г.

Механика жидкости и газа, Давыдов, Александр Павлович, 2009г.

Механика сплошной среды, Нигматулин, Роберт Искандерович, 2014г.

Механика, Киттель, Ч.; Найт, У.; Рудерман, М., 2005г.

Механика сплошной среды, Т.2. Т. 2, , 2004г.

Механика сплошной среды, Т.1. Т. 1, , 2004г.

Теоретическая физика, Т. 1. Механика, , 2004г.

8. Леушин А.М., Нигматуллин Р.Р., Прошин Ю.Н., Теоретическая физика. Механика (практический курс) задачник для физиков, Изд. "Мастер Лайн", Казань, 2003.  
[http://www.kpfu.ru/docs/F1168018520/theor\\_mech\\_practical\\_course.pdf](http://www.kpfu.ru/docs/F1168018520/theor_mech_practical_course.pdf)

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Образовательный проект А.Н. Варгина - <http://www.ph4s.ru/index.html>

Сайт кафедры теоретической физики КФУ - [http://portal.kpfu.ru/main\\_page?p\\_sub=8205](http://portal.kpfu.ru/main_page?p_sub=8205)

Страницы преподавателей кафедры: Кутузова А.С. -  
<http://portal.kpfu.ru/docs/F1873255007/a.s.kutuzov.html>

Страницы преподавателей кафедры: Прошина Ю.Н. - <http://mrsej.kpfu.ru/pro/>

Электронная библиотека механико-математического факультета МГУ - <http://lib.mexmat.ru/>

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Теоретическая физика: теоретическая механика. Механика сплошных сред" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий. Мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор, презентер, экран, колонки).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 03.05.01 "Астрономия" и специализации не предусмотрено .



Автор(ы):

Прошин Ю.Н. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Соловьев О.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.