

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
*Физический факультет*

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Теоретическая механика

Кафедра Общей и теоретической физики, физического факультета

**Образовательная программа**  
03.03.02 Физика

Профили подготовки  
фундаментальная физика, медицинская физика

Уровень высшего образования  
Бакалавриат

Форма обучения  
очная

Статус дисциплины: базовая

Махачкала 2020

Рабочая программа дисциплины составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 - «Физика» (уровень бакалавриат) от «7» августа 2014г. № 937.

Разработчик: кафедра Общей и теоретической физики  
Идаятов Эждер Инаятович. к.ф.-м.н., доцент

**Рабочая программа дисциплины одобрена:**  
на заседании кафедры теоретической и математической физики  
от «21» января 2020 г., протокол №5.

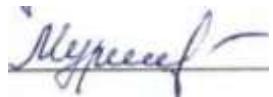
Зав. кафедрой



Муртазаев А.К.

на заседании Методической комиссии физического факультета  
от «28» февраля 2020г., протокол №6

Председатель



Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим  
управлением « 26» марта 2020г. .

Начальник УМУ



Гасангаджиева А.Г

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина **«Теоретическая механика»** входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению **03.03.02 - «Физика»**.

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой общей и теоретической физики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением основных методов теоретического описания, расчетами, качественного и количественного анализа динамических систем, общих для любых физических систем, как будущей основы многих специальных дисциплин: физика плазмы, квантовая электродинамика, теория ускорителей, ядерная физика, физика твердого тела, электрических и магнитных измерений. Теоретическая механика – общетеоретический курс.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

общекультурных – ОК-1;

общепрофессиональных – ОПК-1, ОПК-2;

профессиональных – ПК-1.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельную работу.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме текущий контроль в форме опросов, контрольной работы и коллоквиума и промежуточный контроль в форме зачета и экзамена.

Объем дисциплины 4 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий.

Се- мес- тр	Учебные занятия							Форма промежу- точной аттеста- ции (зачет, дифферен- цирован- ный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Все го	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числ е экза- мен	
		Всег о	из них					
4	144	70	30	-	32	46	-	82
								Экзамен

## **1. Цели освоения дисциплины.**

Целями освоения дисциплины являются подготовка специалистов-физиков широкого профиля, умеющих правильно решать многочисленные практические и теоретически важные задачи, в том числе возникающие на стыках различных научных направлений. Ознакомление студентов с основными методами теоретического описания, расчетами, качественного и количественного анализа динамических систем, общих для любых физических систем, как будущей основы многих специальных дисциплин: физика плазмы, квантовая электродинамика, теория ускорителей, ядерная физика, физика твердого тела, электрических и магнитных измерений. Теоретическая механика – общетеоретический курс.

Овладение математическим аппаратом теоретической механики; знание теоретических основ для понимания характера и объема упрощений, по необходимости допускаемых в школьных учебниках; умение эффективно применять полученные знания для решения конкретных задач, устанавливать внутренние взаимосвязи между наблюдаемыми опытными фактами. Формирование у студентов единой, стройной, логически непротиворечивой физической картины окружающего нас мира. Для этого обобщить экспериментальные данные и на их основе произвести построение моделей наблюдаемых явлений со строгим обоснованием приближений и рамок, в которых эти модули действуют. Рассмотрение всех основных явлений и процессов происходящих в природе, установить связь между ними, выведение основных законов и получение их выражений в виде математических уравнений. Обучение студентов самостоятельно применять полученные теоретические сведения для решения конкретных задач с последующим анализом и оценкой полученных результатов.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата.**

Дисциплина входит в вариативную часть образовательной программы бакалавриата по направлению 03.03.02 - «Физика». Данная дисциплина является основополагающей вместе с такими дисциплинами как: математический анализ, аналитическая геометрия, дифференциальное и интегральное исчисление, уравнения математической физики, механика, электричество и магнетизм, оптика, теоретическая механика, высшая математика, квантовая механика, термодинамика и статистическая физика.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
OK-1	способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>историю развития и современные проблемы теоретической механики, связь методов и разделов теоретической механики;</li> <li>становление теоретической механики как науки.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>оценивать следствия решений, принимаемых при выборе тех или иных методов решения конкретных задач теоретической механики.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>методами, уравнениями теоретической механики для решения инженерных задач.</li> </ul>
ОПК-1	способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке).	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>основные законы динамики материальной точки и системы материальных точек;</li> <li>основные законы движения материальной точки относительно неинерциальных систем отсчета;</li> <li>колебания систем со многими степенями свободы и их основные характеристики;</li> </ul> <p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>использования основных физических законов и принципов в практических приложениях;</li> </ul>

ОПК-2	<p>способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>законы и принципы аналитической механики;</li> <li>движение материальной точки при больших скоростях;</li> <li>основные уравнения гидродинамики.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>использовать методы абстракции, физического и математического моделирования для решения конкретных задач в области теоретической механики.</li> </ul>
ПК-1	<p>способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных дисциплин.</p>	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>объяснить физические наблюдаемые природные и другие явления с помощью законов и методов теоретической механики;</li> <li>указать какие законы описывают данное явление или эффект.</li> </ul> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>применения основных методов теоретического анализа для решения естественнонаучных задач;</li> <li>анализа полученных экспериментальных результатов в исследовании процессов, происходящих в микромире, адекватное соответствие результатов той или иной теоретической модели.</li> </ul>

## 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Структура дисциплины № п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) /Форма промежуточной аттестации (по семестру)			
				Лекции	Практич. занятия	Лаборат. занятия	Контроль самостоят. раб.				
<b>Модуль 1. Кинематика. Динамика точки.</b>											
1.	Кинематика точки.	4	1	1	1	-	-	1	опрос		
2.	Сложное движение точки.			1	1	-	-	3	опрос		
3.	Динамика точки.			1	2	-	-	3	опрос		
4.	Введение в динамику. Дифференциальные уравнения движения.			1	2	-	-	3	опрос		
5.	Общие теоремы динамики точки.			1	2	-	-	3	опрос		
6.	Движение материальной точки в центральном силовом поле.			1	1	-	-	3	опрос		
7.	Динамика относительно движения материальной точки.			1	1	-	-	3	опрос		
<b>Итого по модулю 1</b>				7	10	-	-	19	Контр. работа		
<b>Модуль 2. Динамика системы точек.</b>											
1.	Уравнения движения.	4	2	2	2	-	-	4	опрос		
2.	Материальная система. Теорема об изменении количества движения материальной системы.			2	2	-	-	4	опрос		
3.	Теорема об изменении			2	2	-	-	5	опрос		

	момента количества движения материальной системы.								
4.	Теорема об изменении кинетической энергии материальной системы.		2	2	-	-	7	опрос	
<i>Итого по модулю 2</i>				8	8	-	-	20	контрольная работа
<b>Модуль 3. Динамика несвободной системы материальных точек.</b>									
1.	Связи. Типы связей. Число степеней свободы.	4	1	1	-	-	1	опрос	
2.	Плоское движение твердого тела.		2	1	-	-	1	опрос	
3.	Движение твердого тела с одной неподвижной точкой.		2	1	-	-	1	опрос	
4.	Уравнения Эйлера.		1	2	-	-		опрос	
5.	Принцип возможных перемещений.		2	2	-	-		опрос	
6.	Общее уравнение динамики системы материальных точек.		1	1	-	-	1	опрос	
7.	Уравнение Лагранжа первого рода.		1	2	-	-	1	опрос	
	Обобщенные координаты и обобщенные силы. Уравнения Лагранжа второго рода.		1	2			1		
	Канонические уравнения Гамильтона. Принцип наименьшего действия.		2	1					
	Уравнения Гамильтона-Якоби.		2	1			1		
<i>Итого по модулю 3</i>				15	14	-	-	7	КОЛЛОКВИУМ
<b>Модуль 4. Подготовка к экзамену</b>		4		-	-	-	36	экзамен	
<b>ИТОГО</b>				<b>30</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>46/36</b>	

## **4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).**

### **4.2.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.**

#### **Модуль 1. Кинематика. Динамика точки.**

Кинематика. Кинематика точки. Энергия вращательного движения. Сложное движение точки. Динамика точки. Введение в динамику. Системы координат. Дифференциальные уравнения движения. Общие теоремы динамики точки. Законы сохранения. Законы Кеплера. Движение материальной точки в центральном силовом поле. Инвариантность и ковариантность уравнений при переходе от одной системы отсчета к другой. Динамика относительно движения материальной точки.

#### **Модуль 2. Динамика системы точек.**

Динамика системы точек. Уравнения движения. Материальная система. Теорема об изменении количества движения материальной системы. Теорема об изменении момента количества движения материальной системы. Теорема об изменении кинетической энергии материальной системы. Теорема о вириале.

#### **Модуль 3. Динамика несвободной системы материальных точек.**

Основные понятия. Связи. Типы связей. Плоское движение твердого тела. Динамические и кинематические уравнения Эйлера. Принцип возможных перемещений. Общее уравнение динамики. Уравнения Лагранжа первого рода.

#### **Модуль 4. Аналитическая механика.**

Обобщенные координаты и импульсы. Обобщенные силы. Уравнения Лагранжа второго рода. Канонические уравнения Гамильтона. Скобки Пуассона. Циклические координаты. Принцип наименьшего действия. Уравнение Гамильтона - Якоби.

### **4.2.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.**

<b>Модуль 1. Кинематика. Динамика точки.</b>		
<b>Название темы</b>	<b>Содержание темы</b>	<b>Объем в часах</b>
Движение точки.	Траектории и уравнения движения точки. Естественные координаты.	2
Динамика точки.	Дифференциальные уравнения движения. Виды сил.	2
Общие теоремы динамики точки.	Законы сохранения импульса и энергии. Закон сохранения момента импульса.	2
Движение материальной точки	Центральные и потенциальные силы. Законы Кеплера. Секторная скорость.	2

в центрально-симметричном поле.		
Динамика относительного движения точки.	Переносные и кориолисовые силы инерции. Кориолисово ускорение.	2
<b>Модуль 2. Динамика системы точек.</b>		
Уравнения движения.	Внешние и внутренние силы. Виды сил.	2
Изменение количества системы материальных точек.	Система центра масс. Движение системы при наличии внешних сил.	2
Теорема об изменении момента импульса системы.	Закон сохранения и изменения момента импульса. Момент силы. Влияние внутренних сил на момент импульса.	2
Изменение и сохранение энергии системы.	Изменение энергии при наличии потенциальных, гироскопических сил. Нестационарные поля.	2
<b>Модуль 3. Динамика несвободной системы материальных точек.</b>		
Связи. Типы связей. Общее уравнение динамики.	Число степеней свободы. Голономные и неголономные связи. Уравнение Даламбера.	2
Плоское движение твердого тела.	Движение твердого тела с одной неподвижной точкой. Уравнения Эйлера.	2
Принцип возможных перемещений.	Действительные, возможные и виртуальные перемещения.	2
Общее уравнение динамики системы материальных точек.	Уравнение движения системы. Законы сохранения импульса и энергии.	2
Уравнение Лагранжа первого рода.	Уравнения Лагранжа первого рода. Реакции связей. Неопределенные множители Лагранжа.	1
<b>Модуль 4. Аналитическая механика.</b>		
Обобщенные координаты.	Обобщенные координаты, импульсы и силы.	2
Уравнения Лагранжа 2-го рода.	Число уравнений Лагранжа 2-го рода. Обобщенные диссипативные силы.	2
Канонические уравнения Гамильтона.	Функция Гамильтона. Скобки Пуассона.	2
Принцип	Уравнение Гамильтона – Якоби. Функция	2

наименьшего действия.	действия.	
Скобки Пуассона.	Скобки Пуассона. Тождества Пуассона.	2

## 5. Образовательные технологии.

В течение семестра студенты посещают лекции, решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару. В семестре проводятся контрольные работы (на семинарах). Зачет выставляется после решения всех задач контрольных работ, выполнения домашних и самостоятельных работ.

При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

Для подготовки к занятиям также имеется электронный курс лекций, размещенный на сайте ДГУ, которые способствуют подготовке к сдаче экзамена.

В рамках учебного процесса предусмотрено приглашение для чтения лекций ведущих ученых из центральных вузов и академических институтов России.

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

### Самостоятельная работа студентов:

- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях;
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
Кинетическая энергия твердого тела.	Энергия вращательного движения
Движение заряда в электрических и магнитных полях.	Движение заряда при $E = \text{const}$ и $H = \text{const}$ .

Центр масс. Уравнение движения центра масс.	Скорость центра масс. Радиус – вектор центра масс.
Системы координат.	Цилиндрическая, сферическая системы координат.
Колебания точки при наличии сил трения.	Затухающие колебания.
Вычисление тензоров инерции твердых тел.	Моменты инерции относительно различных осей.
Теорема Штейнера.	Решение задач с помощью теоремы Штейнера.
Принцип Даламбера.	Активные и пассивные силы.
Уравнения Лагранжа.	Уравнения Лагранжа 1-го и 2-го рода.
Канонические уравнения Гамильтона.	Обобщенные координаты. Циклические координаты.
Связи. Типы связей.	Идеальные связи. Стационарные и нестационарные связи.
Скобки Пуассона.	Вычисление скобок Пуассона для разных случаев.

Результаты самостоятельной работы учитываются при аттестации бакалавра (экзамен). При этом проводятся: тестирование, опрос на практических занятиях, заслушиваются доклады, проверка контрольных работ и т.д.

## **7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

### **7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.**

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Код и наименование компетенций из	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения

ФГОС ВО	соответствии с ПООП (при наличии))		
OK-1		<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>историю развития и современные проблемы теоретической механики, связь методов и разделов теоретической механики;</li> <li>становление теоретической механики как науки.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>оценивать следствия решений, принимаемых при выборе тех или иных методов решения конкретных задач теоретической механики.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>методами, уравнениями теоретической механики для решения инженерных задач.</li> </ul>	Устный опрос, письменный опрос
ОПК-1		<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>основные законы динамики материальной точки и системы материальных точек;</li> <li>основные законы движения материальной точки относительно неинерциальных систем отсчета;</li> <li>колебания систем со многими степенями свободы и их основные характеристики;</li> </ul> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>использования основных физических законов и принципов в практических приложениях;</li> </ul>	Письменный опрос
ОПК-2		<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>законы и принципы аналитической механики;</li> <li>движение материальной точки при больших скоростях;</li> </ul>	Разноуровневые задачи и задания

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• основные уравнения гидродинамики.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать методы абстракции, физического и математического моделирования для решения конкретных задач в области теоретической механики.</li> </ul>	
ПК-1		<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• объяснить физические наблюдаемые природные и другие явления с помощью законов и методов теоретической механики;</li> <li>• указать какие законы описывают данное явление или эффект.</li> </ul> <p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• применения основных методов теоретического анализа для решения естественнонаучных задач;</li> <li>• анализа полученных экспериментальных результатов в исследовании процессов, происходящих в микромире, адекватное соответствие результатов той или иной теоретической модели.</li> </ul>	Письменный опрос

## 7.2. Типовые контрольные задания.

### 7.2.1. Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы.

1. Кинетическая энергия твердого тела.
2. Движение зарядов во взаимном перпендикулярных электрическом и магнитном полях.
3. Момент количества движения твердого тела и закон его изменения.
4. Уравнение Гамильтона-Якоби.

5. Уравнение движения точки в неинерциальной системе отсчета. Силы инерции относительного движения.
6. Кинематические уравнения Эйлера.
7. Полярная система координат и её связь с декартовой. Скорость и ускорение.
8. Соприкосновение твёрдых тел; условие равновесия.
9. Цилиндрическая система координат. Скорость в цилиндрической системе координат.
10. Уравнение Лагранжа первого рода.
11. Ускорение в цилиндрической системе координат.
12. Общее уравнение динамики.
13. Сферическая система координат. Скорость в сферической системе координат.
14. Обобщённые силы. Обобщённые импульсы. Циклические координаты.
15. Ускорение в сферической системе координат.
16. Уравнение Лагранжа второго рода в случае потенциальных сил.
17. Секторная скорость. Секторная скорость в цилиндрической системе координат.
18. Разложение ускорения на относительное, переносное и кориолисово.
19. Естественный трёхгранник. Естественное задание движения.
20. Виртуальная работа. Признак идеальности связей.
21. Разложение скорости точки на переносную и относительную.
22. Уравнение движения в обобщённых координатах.
23. Понятие об инерциальной системе отсчёта и законы Ньютона.
24. Обобщённый интеграл энергии.
25. Принцип относительности Галилея.
26. Ускорение точек твердого тела. Разложение его на поступательное, вращательное и осестремительное ускорение.
27. Решение уравнений движения и начальные условия.
28. Принцип наименьшего действия. Уравнения Лагранжа.
29. Общее решение уравнений движения в квадратурах: сила зависит от времени:  $m\ddot{x} = F_x(t)$ ,  $m\ddot{y} = F_y(t)$ ,  $m\ddot{z} = F_z(t)$ .
30. Уравнение Гамильтона.
31. Общее решение уравнений движения в квадратурах: каждая проекция силы зависит только от проекции радиус-вектора:  $m\ddot{x} = F_x(x)$ ,  $m\ddot{y} = F_y(y)$ ,  $m\ddot{z} = F_z(z)$
32. Скобки Пуассона и законы сохранения.
33. Общее решение уравнений движения в квадратурах: сила является функцией только скорости точки:  $m\ddot{x} = F_x(\dot{x})$ ,  $m\ddot{y} = F_y(\dot{y})$ ,  $m\ddot{z} = F_z(\dot{z})$ .

34. Связь векторов угловой скорости с эйлеровыми углами.
35. Законы изменения и сохранения импульса.
36. Свойства скобки Пуассона. Тождество Якоби.
37. Закон изменения и сохранения момента импульса материальной точки.
38. Вектор угловой скорости. Скорости точек твердого тела в общем случае его движения.
39. Законы изменения и сохранения энергии материальной точки.
40. Уравнение Гамильтона - Якоби.
41. Центральные силы, являющиеся функцией расстояния от центра силы.
42. Метод разделения переменных.
43. Гирокопическая и диссипативная силы. Работы этих сил.
44. Движение заряженной частицы в постоянных однородных электрическом и магнитном полях.
45. Закон сохранения полной энергии.
46. Движение относительно неинерциальных систем отсчёта.
47. Теорема Клаузиуса о вириале сил.
48. Бесконечно малые повороты. Скорости точек твердого тела, имеющего неподвижную точку.
49. Движение в центрально-симметричном поле.
50. Обобщённый потенциал.
51. Движение под действием силы, обратно пропорциональной квадрату расстояния до центра силы.
52. Задача о пространственном осцилляторе.
53. Движение центра масс; законы изменения и сохранения системы.
54. Общий случай движения твёрдого тела.
55. Скорость и ускорение в естественных координатах.
56. Уравнение Эйлера.
57. Кинетическая, потенциальная и полная энергии в системе материальных точек.
58. Момент импульса твёрдого тела.
59. Свободные колебания.
60. Уравнения Эйлера.
61. Уравнение движения твердого тела в форме Эйлера.
62. Разделение переменных.

### **7.2.2. Перечень вопросов к экзамену.**

1. Кинетическая энергия твердого тела.
2. Движение зарядов во взаимном перпендикулярных электрическом и магнитном полях.
3. Момент количества движения твердого тела и закон его изменения.
4. Уравнение Гамильтона-Якоби.

5. Уравнение движения точки в неинерциальной системе отсчета. Силы инерции относительного движения.
6. Кинематические уравнения Эйлера.
7. Полярная система координат и её связь с декартовой. Скорость и ускорение.
8. Цилиндрическая система координат. Скорость в цилиндрической системе координат.
9. Уравнение Лагранжа первого рода.
10. Ускорение в цилиндрической системе координат.
11. Общее уравнение динамики.
12. Сферическая система координат. Скорость в сферической системе координат.
13. Обобщённые силы. Обобщённые импульсы. Циклические координаты.
14. Ускорение в сферической системе координат.
15. Уравнение Лагранжа второго рода в случае потенциальных сил.
16. Секторная скорость. Секторная скорость в цилиндрической системе координат.
17. Разложение ускорения на относительное, переносное и кориолисово.
18. Естественный трёхгранник. Естественное задание движения.
19. Виртуальная работа. Признак идеальности связей.
20. Разложение скорости точки на переносную и относительную.
21. Уравнение движения в обобщённых координатах.
22. Понятие об инерциальной системе отсчёта и законы Ньютона.
23. Принцип относительности Галилея.
24. Ускорение точек твердого тела. Разложение его на поступательное, вращательное и осестремительное ускорение.
25. Принцип наименьшего действия. Уравнения Лагранжа.
26. Уравнение Гамильтона.
27. Скобки Пуассона и законы сохранения.
28. Связь векторов угловой скорости с эйлеровыми углами.
29. Законы изменения и сохранения импульса.
30. Свойства скобки Пуассона. Тождество Якоби.
31. Закон изменения и сохранения момента импульса материальной точки.
32. Законы изменения и сохранения энергии материальной точки.
33. Уравнение Гамильтона - Якоби.
34. Центральные силы, являющиеся функцией расстояния от центра силы.
35. Движение заряженной частицы в постоянных однородных электрическом и магнитном полях.
36. Закон сохранения полной энергии.
37. Движение относительно неинерциальных систем отсчёта.
38. Теорема Клаузиуса о вириале сил.

39. Движение в центрально- симметричном поле.
40. Движение под действием силы, обратно пропорциональной квадрату расстояния до центра силы.
41. Движение центра масс; законы изменения и сохранения системы.
42. Скорость и ускорение в естественных координатах.
43. Уравнение Эйлера.
44. Кинетическая, потенциальная и полная энергии в системе материальных точек.
45. Момент импульса твёрдого тела.
46. Свободные колебания.
47. Уравнения Эйлера.
48. Уравнение движения твердого тела в форме Эйлера.

### **7.2.3. Примерные контрольные тесты для текущего и итогового контроля подготовленности студентов по курсу.**

#### **Вариант 1**

1. По данным уравнениям точки найти уравнения ее траектории в координатной форме и указать на рисунке направление движения  
 $x = 5\sin 10t$ ,  $y = 3\cos 10t$ .
  - а) Эллипс  $\frac{x^2}{25} + \frac{y^2}{9} = 1$  с начальной точкой  $x = 0$ ,  $y = 3$ .
  - б) Парабола  $y = 2x^2 + 1$  с начальной точкой  $x = 0$ ,  $y = 1$ .
  - в) Эллипс  $\frac{x^2}{5} + \frac{y^2}{3} = 1$  с начальной точкой  $x = 0$ ,  $y = 3$ .
  - г) Парабола  $y = 5x^2 + 3$  с начальной точкой  $x = 5$ ,  $y = 0$ .
  - д) Эллипс  $\frac{x^2}{25} + \frac{y^2}{9} = 1$  с начальной точкой  $x = 0$ ,  $y = 0$ .
2. Найти скорость и ускорение точки, движущейся равномерно по винтовой линии.
  - а)  $v_\rho = 0$ ,  $v_\varphi = \kappa R$ ,  $v_z = u$ ,  $v = \sqrt{k^2 R^2 + u^2}$
  - б)  $v_\rho = \dot{r}$ ,  $v_\varphi = \dot{R}$ ,  $v_z = 0$ ,  $\omega_\rho = -Rk^2$ ,  $\omega_\varphi = 0$ ,  $\omega_z = 0$ ,  $\omega = \sqrt{R^2 k^4}$   
 $\omega_\rho = -\dot{r}$ ,  $\omega_\varphi = -\ddot{R}$ ,  $\omega_z = 0$
  - в)  $v_\rho = \dot{r} + v_0$ ,  $v_\varphi = \dot{R} + v_0$ ,  $v_z = u$
  - г)  $v_\rho = 0$ ,  $v_\varphi = kR$ ,  $v_z = 0$ ,  $\omega_\rho = -\ddot{R}$ ,  $\omega_\varphi = \ddot{R} + \dot{v}_0$ ,  $\omega_z = \dot{u}$   
 $\omega_\rho = 0$ ,  $\omega_\varphi = k\dot{R}$ ,  $\omega_z = 0$

- д)  $v_\rho = k$ ,  $v_\varphi = v_0$ ,  $v_z = u$ ,  $\omega_\rho = 0$ ,  $v_\varphi = \dot{v}_0$ ,  $v_z = \dot{u}$
3. Тело массы  $m$  вследствие полученного толчка прошло по негладкой горизонтальной плоскости за  $5\text{с}$  расстояние  $S=24.5\text{м}$  и остановилось. Определить коэффициент трения  $K$ .  
 а)  $k=0,1$ ; б)  $k=0,05$ ; в)  $k=1$ ; г)  $k=0,5$ ; д)  $k=0,2$ .
4. Силовое поле называется потенциальным, если напряженность поля  $\vec{E}$  удовлетворяет требованию:  
 а)  $\int(\vec{E}d\vec{r})=0$ . б)  $rot\vec{E}=0$ . в)  $div\vec{E}=0$ . г)  $\vec{E}(r)\equiv 0$ . д)  $\frac{\partial\vec{E}}{\partial r}=0$ .
5. Секторная скорость есть векторная величина, равная:  
 а)  $\vec{\sigma} = [\vec{r}\vec{v}]$ , б)  $\vec{\sigma} = [\vec{r}\vec{P}]$ , в)  $\vec{\sigma} = [\vec{r}\vec{f}]$ ,  
 г)  $\vec{\sigma} = \frac{1}{2}[\vec{r}\vec{v}]$ , д)  $\vec{\sigma} = [\vec{r}\vec{F}]$

## Вариант 2

1. Точка движется по эллипсу  $\left(\frac{x}{a}\right)^2 + \left(\frac{y}{b}\right)^2 = 1$  с ускорением параллельным оси  $y$ . Найти ускорение как функцию  $y$ , если  $r(0) = (0, b)$ ,  $V(0) = (V_0, 0)$ .  
 а)  $\ddot{y} = -\frac{bV_0^2}{a^2 y^3}$ , б)  $\ddot{y} = -\frac{b^4 V_0^2}{a^2 y^3}$ , в)  $\ddot{y} = -\frac{V_0^2}{a^2 y}$ ,  
 г)  $\ddot{y} = -\frac{abV_0^2}{y^2}$ , д)  $\ddot{y} = -\frac{b(V_0^2 + a)}{a^2 y^3}$ .
2. Силовое поле потенциально, если проекции сил удовлетворяют условию:  
 а)  $\frac{\partial F_x}{\partial y} = \frac{\partial F_y}{\partial x}$ ,  $\frac{\partial F_y}{\partial z} = \frac{\partial F_z}{\partial y}$ ,  $\frac{\partial F_z}{\partial x} = \frac{\partial F_x}{\partial z}$ ; б)  $\frac{\partial F_x}{\partial y} = 0$ ,  $\frac{\partial F_y}{\partial z} = 0$ ,  $\frac{\partial F_z}{\partial x} = 0$ ;  
 в)  $\frac{\partial^2 F_x}{\partial x \partial y} = 0$ ,  $\frac{\partial^2 F_y}{\partial y \partial z} = 0$ ,  $\frac{\partial^2 F_z}{\partial z \partial x} = 0$ ; г)  $F_x \dot{x} + F_y \dot{y} + F_z \dot{z} = 0$ ;  
 д)  $F_x x + F_y y + F_z z = 0$ .
3. Груз спускается вниз по шероховатой наклонной плоскости, расположенной под углом  $\alpha$  к горизонту. Коэффициент трения скольжения груза о наклонную плоскость -  $f$ . В начальный момент времени скорость груза равнялась  $v$ . Через какой промежуток времени скорость груза удвоится?

$$\begin{array}{lll}
 \text{а)} \frac{v}{fg \cos \alpha}; & \text{б)} \frac{2v}{fg(\sin \alpha - \cos \alpha)}; & \text{в)} \frac{fv}{g(\sin \alpha + \cos \alpha)} \\
 \text{г)} \frac{v}{g(\sin \alpha - f \cos \alpha)}; & \text{д)} \frac{v}{g(\sin \alpha + f \cos \alpha)};
 \end{array}$$

4. Условиями равновесия твердого тела являются.

$$\begin{array}{lll}
 \text{а)} \vec{F} = \sum \vec{f} = 0 & \text{б)} F = \sum f \neq 0 & \text{в)} \vec{F} = \sum \vec{f} = 0 \\
 \vec{K} = \sum [\vec{r} \vec{f}] \neq 0 & \vec{K} = \sum [\vec{r} \vec{f}] = 0 & K = \sum [\vec{r} \vec{f}] = 0 \\
 \text{г)} \vec{F} = \sum \vec{f} \neq 0 & \text{д)} \vec{F} = \sum \vec{f} & \vec{K} = \sum [\vec{r} \vec{f}] = 0
 \end{array}$$

где  $\vec{F}$  – полная сила,  $\vec{K}$  - полный момент силы.

5. Момент импульса определяется как:

$$\text{а)} \vec{M} = [\vec{r} \vec{P}] \quad \text{б)} \vec{M} = [\vec{r} \vec{F}] \quad \text{в)} \vec{M} = [\vec{r} \vec{v}] \quad \text{г)} \vec{M} = \text{rot}[\vec{r} \vec{P}] \quad \text{д)} \vec{M} = \text{div}(\vec{r} \vec{P})$$

### Вариант 3

1. Орудие установлено на холме высоты  $h$ . Начальная скорость снаряда  $V_0$  направлена под углом  $\alpha$  к горизонту. Определить, при каком значении угла  $\alpha$ , дальность полета снаряда максимальна (сопротивлением воздуха пренебречь).

$$\begin{array}{lll}
 \text{а)} \alpha = 45^\circ, & \text{б)} \alpha = 60^\circ, & \text{в)} \alpha = \frac{hg}{V_0^2}, \\
 \text{г)} \sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{2\left(1 + \frac{hg}{V_0^2}\right)}}, & \text{д)} \sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \frac{hg}{V_0^2}}}.
 \end{array}$$

2. Найти период свободных вертикальных колебаний корабля массой  $M$  на спокойной воде, если площадь его горизонтальной проекции  $S$ . Плотность воды  $\rho$ . Силами, обусловленными вязкостью воды пренебречь.

$$\begin{array}{lll}
 \text{а)} T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{M}{\rho}}}, & \text{б)} T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{\omega}}, & \text{в)} T = 2\pi \sqrt{\frac{\rho g s}{M}}, \\
 \text{г)} T = 2\pi \sqrt{\left(\frac{M}{\rho g s} + 1\right)}, & \text{д)} T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{\rho g s}}.
 \end{array}$$

3. Какова длина разбега самолета, масса которого тяга, развиваемая двигателем  $f$ , общая силы сопротивления  $R$ , взлетная скорость  $v$ .

$$a) \frac{gt^2}{2}, \quad b) \frac{mv^2}{(f+R)}, \quad c) \frac{mv^2}{(f-R)}, \quad d) \frac{mv^2}{2(f+R)}, \quad e) \frac{mv^2}{2(f-R)}.$$

4. Какое из этих уравнений – уравнение движения заряда в электромагнитном поле?

$$a) \frac{d\vec{P}}{dt} = e\vec{E}, \quad b) \vec{F} = m\vec{a}, \quad c) \frac{d\vec{P}}{dt} = \frac{e}{c} [\vec{v}\vec{H}], \quad d) \frac{d\vec{P}}{dt} = 0, \quad e) \frac{d\vec{P}}{dt} = e\vec{E} + \frac{e}{c} [\vec{v}\vec{H}]$$

5. Уравнение геометрической стационарной связи имеет вид:

$$a) f(x_i, y_i, z_i) = 0, \quad b) f(x_i, y_i, z_i, t) = 0, \quad c) f(x_i, y_i, z_i, t) \neq 0, \\ d) \frac{\partial f(x_i, y_i, z_i)}{\partial t} \neq 0, \quad e) f(\vec{P}_i, \vec{q}_i, t) = 0.$$

#### Вариант 4

1. Частица массы  $m$  движется по закону  $x = a \cos \omega t$ ,  $y = b \sin \omega t$ . Определить силу, действующую на частицу в каждой точке траектории.

$$a) \vec{F} = -m\omega^2 \vec{r}, \quad b) \vec{F} = m\omega^2 (x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}), \quad c) \vec{F} = m\vec{a}, \\ d) \vec{F} = \sqrt{a^2 + b^2} (x^2 + y^2) \vec{r}, \quad e) \vec{F} = \left( \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} \right) \vec{r}.$$

2. Найти уравнения движения корабля массой  $M$ , если он был спущен на воду с нулевой вертикальной скоростью. Площадь поперечного сечения корабля  $S$ , плотность воды  $\rho$ .

$$a) y = \frac{M}{\rho s} \cos\left(\frac{2\pi}{\sqrt{\frac{M}{\rho v}}} t\right); \quad b) y = \frac{M}{\rho s} \sin\left(2\pi \sqrt{\frac{M}{\rho v}} t\right); \quad c) \\ y = A_0 \cos\left(2\pi \sqrt{\frac{\rho g s}{M}} t\right) \\ d) y = -\frac{M}{\rho s} \cos\left[\left(2\pi \sqrt{\frac{M}{\rho g s}} + 1\right) t\right]; \quad e) y = -\frac{M}{\rho s} \cos\left(2\pi \sqrt{\frac{\rho g s}{M}} t\right).$$

3. На какую высоту  $H$  над поверхностью Земли поднимается ракета, выпущенная в вертикальном направлении с поверхности Земли, если начальная скорость равна  $v_0$ ? ( $R$  - радиус Земли)

$$a) \frac{Rv_0^2}{2gR}; \quad b) \frac{v_0^2}{2gR}; \quad c) \frac{Rv_0^2}{(v_0 + 2gR)}; \quad d) \frac{Rv_0^2}{g(1 + 2R)}; \quad e) \frac{Rv_0^2}{2gR - v_0^2}.$$

4. Интегралом движения называется такая функция времени, координат и скоростей точек, которая
- при движении механической системы не сохраняет постоянное значение.
  - при движении механической системы зависит только от начальных условий.
  - при движении механической системы выражаются только через интегралы этих величин.
  - при движении механической системы выражается через энергию этой системы.
  - при движении механической системы сохраняет постоянное значение, определяемое начальными условиями.

5. Найти функцию Гамильтона для материальной точки в декартовых координатах

$$\begin{array}{ll}
 \text{а) } \hat{H} = \frac{1}{2m}(\hat{P}_x^2 + \hat{P}_y^2 + \hat{P}_z^2); & \text{б) } \hat{H} = \frac{mv^2}{2} - U(x, y, z); \\
 \text{в) } \hat{H} = \frac{1}{2m}(\hat{P}_x^2 + \hat{P}_y^2 + \hat{P}_z^2) + U(x, y, z); & \text{г) } \hat{H} = \frac{1}{2}m(v_x^2 + v_y^2 + v_z^2); \\
 \text{г) } \hat{H} = \sqrt{p^2c^2 + m^2c^4}. &
 \end{array}$$

## Вариант 5

1. Материальная точка массы  $m$  движется в плоскости  $xy$ , причем закон движения задан в виде  $x = a\sin(kt + \varepsilon)$ ,  $y = b\sin(kt + \delta) + c$ , где  $a, b, \varepsilon, \delta, c$  - любые постоянные параметры. Найти силу, под действием которой происходит это движение.
- $\vec{F} = m(\ddot{x} + \ddot{y})\vec{n}$ ,
  - $\vec{F} = m(x\vec{i} + y\vec{j})$ ,
  - $\vec{F} = -mk^2\vec{r}$ , где  $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j}$ ,
  - $\vec{F} = -mk^2\vec{r} + mk^2c\vec{j}$ ,
  - $\vec{F} = mk^2(\sin kt + c)\vec{r}$ .
2. Определить период свободных колебаний груза массы  $m$ , зажатого между двумя пружинами с разными коэффициентами сопротивления  $c_1$  и  $c_2$ .
- $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{c_1 + c_2}}$ ;
  - $T = \frac{2\pi}{\sqrt{c_1 + c_2}}$ ;
  - $T = \sqrt{\frac{mc_1c_2}{c_1 + c_2}}$ ;
  - $T = 2\pi\sqrt{\frac{c_1c_2}{m(c_1 + c_2)}}$ ;
  - $T = \frac{2\pi}{m}\sqrt{(c_1 + c_2)}$ .
3. Составить функцию Лагранжа для двух заряженных частиц, взаимодействующих по закону Кулона. Выразить их через координаты центра масс и относительных координат.

$$a) L = \frac{M\dot{R}^2}{2} + \frac{\mu\dot{r}^2}{2} - \frac{\alpha}{r}; \quad b) L = \frac{M\dot{R}^2}{2} - \frac{\alpha}{r}; \quad c) L = \frac{M\dot{R}^2}{r} + \frac{\mu\dot{r}^2}{2} - \frac{\alpha}{r};$$

$$d) L = \frac{M\dot{R}^2}{2} + \frac{\mu\dot{r}^2}{2\mu}; \quad e) L = \frac{M\dot{R}^2}{2\mu} + \frac{\mu\dot{r}^2}{2} - \frac{\alpha}{r}$$

$$\text{где } M = m_1 + m_2 \quad \mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$$

4. Найти функцию Гамильтона для материальной точки в сферических координатах  $r, \theta, \varphi$

$$a) \hat{H} = \frac{1}{2m}(\hat{P}_r^2 + \frac{\hat{P}_\theta^2}{r^2} + \frac{\hat{P}_\varphi^2}{r^2}) + U(r, \theta, \varphi); \quad b) \hat{H} = \frac{1}{2m}(\hat{P}_r^2 + \hat{P}_\theta^2 + \hat{P}_\varphi^2) + U(r, \theta, \varphi);$$

$$v) \hat{H} = \frac{1}{2m}(\hat{P}_r^2 + \frac{\hat{P}_\theta^2}{r^2} + \frac{\hat{P}_\varphi^2}{r^2}) + U(r, \theta, \varphi); \quad \Gamma) \hat{H} = \frac{1}{2m}(\hat{P}_r^2 + \frac{\hat{P}_\theta^2}{r^2} + \frac{\hat{P}_\varphi^2}{r^2 \sin^2 \theta});$$

$$d) \hat{H} = \frac{1}{2m}(\hat{P}_r^2 + \frac{\hat{P}_\theta^2}{r^2} + \frac{\hat{P}_\varphi^2}{r^2 \sin^2 \theta}) + U(r, \theta, \varphi)$$

5. Найти выражение для декартовой компоненты  $\hat{M}_x$  момента импульса частицы в цилиндрической системе координат  $r, \varphi, z$

$$a) \hat{M}_x = m(r\dot{z} - z\dot{r}) - mrz\dot{\varphi} \cos \varphi; \quad b) \hat{M}_x = m\sin \varphi(r\dot{z} - z\dot{r}) - mrz\dot{\varphi};$$

$$\bar{b}) \hat{M}_x = m(r\dot{z} - z\dot{r}) - mrz\dot{\varphi}; \quad \bar{c}) \hat{M}_x = m\sin \varphi(r\dot{z} - z\dot{r}) - mrz\dot{\varphi} \cos \varphi;$$

$$d) \hat{M}_x = mz\dot{r}\varphi \sin \varphi - mrz\dot{\varphi}$$

## Вариант 6

1. На покоящуюся материальную точку массы  $m$  в момент времени  $t=0$ , начинает действовать сила, проекция которой на ось  $x$  выражается зависимостью  $P_x = P \sin \omega t$ . Найти закон движения. Начальные условия  $t=0, x(0)=0, [\ddot{x}(0)=0]$ .

$$a) m\ddot{x} = P_x \sin \omega t, \quad b) X = \frac{p}{m\omega^2} \sin \omega t, \quad c) X = \frac{p}{m\omega^2} (\omega t - \sin \omega t),$$

$$d) m\ddot{x} = \sqrt{p^2 - p_x^2} \sin \omega t, \quad e) X = \frac{p}{m\omega^2};$$

2. Найти уравнение прямолинейного движения точки массы  $m$ , находящейся под действием восстанавливающей силы  $Q=-cx$  и постоянной силы  $F_0$ . В начальный момент  $t=0, x_0 = 0$  и  $\dot{x}_0 = 0$ .

$$a) x = F_0 \cos \omega t; \quad b) x = \frac{F_0}{c} (1 - \cos \omega t), \quad c) x = -F_0 \cos \omega t - Q$$

г)  $x = F_0(1 - \cos \omega t)$     д)  $x = \frac{\dot{x}_0}{c}(1 - \cos \omega t),$

где  $\omega = \sqrt{\frac{c}{m}};$     $T = \frac{2\pi}{\omega};$

3. Составить функцию Гамильтона для двух заряженных частиц взаимодействующих по закону Кулона. Выразить их через координаты центра масс и относительные координаты.

а)  $\frac{p^2}{2M} + \frac{p^2}{2\mu} - \frac{\alpha}{r};$     б)  $\frac{p^2}{2M} + \frac{p^2}{2\mu} + \frac{\alpha}{r};$     в)  $\frac{p^2}{2(M + \mu)} - \frac{\alpha}{r};$

г)  $\frac{p^2}{2(M + \mu)} + \frac{\alpha}{r};$     д)  $\frac{p^2}{2M} - \frac{p^2}{2\mu} + \frac{\alpha}{r}$

где  $M = m_1 + m_2$      $\mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$

4. Найти функцию Гамильтона для материальной точки в цилиндрических координатах  $r, \varphi, z$

а)  $\hat{H} = \frac{1}{2m}(\hat{P}_r^2 + \hat{P}_z^2);$     б)  $\hat{H} = \frac{1}{2m}(\hat{P}_r^2 + \frac{\hat{P}_\varphi^2}{r^2} + \hat{P}_z^2) + U(r, \varphi, z);$

в)  $\hat{H} = \frac{1}{2m}(\hat{P}_r^2 + \frac{\hat{P}_\varphi^2}{2r^2} + \hat{P}_z^2) + U(r, \varphi, z);$     г)  $\hat{H} = \frac{1}{2m}\hat{P}_r^2 + U(r, \varphi, z)$

д)  $\hat{H} = \frac{1}{2m}(\frac{\hat{P}_r^2}{2} + \frac{\hat{P}_\varphi^2}{r^2} + \hat{P}_z^2) + U(r, \varphi, z)$

5. Найти абсолютную величину момента импульса частицы в сферических координатах  $r, \theta, \varphi$

а)  $\hat{M}^2 = m^2 r^2 (\theta^2 + \dot{\varphi}^2);$     б)  $\hat{M}^2 = m^2 r^4 (\dot{\theta}^2 + \dot{\varphi}^2 \sin^2 \theta);$

в)  $\hat{M}^2 = m^2 r^4 (\dot{\theta}^2 + \dot{\varphi}^2);$     г)  $\hat{M}^2 = m^2 r^2 (\theta^2 + \dot{\varphi}^2)$

## Вариант 7

1. Найти скорость и ускорение точки в цилиндрической системе координат  $(\rho, \varphi, z)$

а)  $v_\rho = \dot{\rho};$   $v_\varphi = \rho \dot{\varphi};$   $v_z = \dot{z};$   $v = \sqrt{\dot{\rho}^2 + \rho^2 \dot{\varphi}^2 + \dot{z}^2},$

$\varpi_\rho = \ddot{\rho} - \rho \dot{\varphi}^2;$   $\omega_\varphi = \frac{1}{\rho} \frac{d}{dt}(\rho^2 \dot{\varphi}) = \rho \ddot{\varphi} + 2\dot{\rho} \dot{\varphi};$   $\omega_z = \ddot{z};$

б)  $v_\rho = \dot{\rho} + v_0;$   $v_\varphi = \dot{\rho} \varphi + \rho \dot{\varphi};$   $v_z = \dot{z} + v_0$     в)  $v_\rho = 0,$   $v_\varphi = \dot{\varphi},$   $v_z = \ddot{z}$   
 $\omega_\rho = \ddot{\rho} + \dot{v}_0;$   $\omega_\varphi = \ddot{\rho} \dot{\varphi} + \dot{\rho} \dot{\varphi};$   $\omega_z = \ddot{z} + \dot{\varphi} \dot{z}$      $\omega_\rho = 0,$   $\omega_\varphi = \ddot{\varphi},$   $\omega_z = \ddot{z}$

$$\begin{array}{ll} \text{г) } v_\rho = \dot{\rho}, \quad v_\varphi = \dot{\rho}\varphi, \quad v_z = \dot{z} & \text{д) } v_\rho = 0, \quad \varphi_\varphi = \rho\dot{\varphi}, \quad v_z = \dot{z} \\ \omega_\rho = \ddot{\rho}, \quad \omega_\varphi = \ddot{\rho}\varphi + \dot{\rho}\dot{\varphi}, \quad \omega_z = \ddot{z} & \omega_\rho = 0, \quad \omega_\varphi = \rho\ddot{\varphi} + 2\dot{\rho}\dot{\varphi}, \\ \omega_z = \ddot{z} & \end{array}$$

2. Определить период одномерного движения частицы  $m$  с энергией  $E$  в потенциальном поле вида  $U = -\frac{U_0}{ch^2 \alpha x}$ ,  $-U_0 < E < 0$ .

$$\begin{array}{lll} \text{а) } T = 2\pi\sqrt{2mE}; & \text{б) } T = 2\pi\sqrt{\frac{E}{m}}; & \text{в) } T = 2\pi\alpha\sqrt{\frac{2E}{m}}; \\ \text{г) } T = 2\pi\sqrt{\frac{2m}{E}}; & \text{д) } T = \frac{\pi}{\alpha}\sqrt{\frac{2m}{|E|}}; & \end{array}$$

3. Найти функцию Лагранжа математического маятника массы  $m$  и длины  $\ell$ , точка подвеса которого движется в горизонтальной плоскости по закону  $x=x(t)$ .

$$\begin{array}{ll} \text{а) } L = \frac{mv^2}{2} + mgh; & \text{б) } L = \frac{me^2}{2}\dot{\varphi}^2 + mgl\cos\varphi - m\ddot{x}l\sin\varphi; \\ \text{в) } L = m\dot{x}^2 + 2m\dot{x}\dot{\varphi}\cos\varphi + ml^2\dot{\varphi}^2; & \text{г) } L = \frac{ml^2}{2}\dot{\varphi}^2 + mgl\dot{\varphi}\sin\varphi; \\ \text{д) } L = \frac{ml^2}{2}\dot{\varphi}^2 + ml\dot{x}\dot{\varphi}\cos\varphi + \frac{m\dot{x}^2}{2} + mgl\cos\varphi & \end{array}$$

4. Сила называется потенциальной, если:

- она зависит от координат и удовлетворяет требованию  $\text{div}\vec{F}(\vec{r}) = 0$ .
- она не зависит от координат и  $\vec{F}(\vec{r}) \equiv 0$ .
- она зависит только от координат и удовлетворяет требованию  $\text{rot}\vec{F}(\vec{r}) = 0$ .
- она зависит от координат и  $(\vec{F}(r)\vec{r}) = 0$ .
- она не зависит от координат и  $\frac{\partial\vec{F}(r)}{\partial r} = 0$ .

5. Силовое поле называется потенциальным, если напряженность поля  $\vec{E}$  удовлетворяет требованию:

$$\text{а) } \int(\vec{E}d\vec{r}) = 0. \quad \text{б) } \text{rot}\vec{E} = 0. \quad \text{в) } \text{div}\vec{E} = 0. \quad \text{г) } \vec{E}(r) \equiv 0. \quad \text{д) } \frac{\partial\vec{E}}{\partial r} = 0.$$

#### 7.2.4. Тематика контрольных работ.

- Динамика системы материальных точек.
- Уравнения Лагранжа 1<sup>го</sup> и 2<sup>го</sup> рода.

3. Теорема об изменении количества движения материальной точки. Теорема об изменении момента количества движения.
4. Колебательные движения. Свободные колебания. Вынужденные колебания.
5. Канонические уравнения Гамильтона. Интегралы движения.

**7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающая из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:  
Лекции

- посещение занятий – 10 баллов,
- активное участие на лекциях – 15 баллов,
- устный опрос, тестирование, коллоквиум – 60 баллов,
- и др. (доклады, рефераты) – 15 баллов.

Практические занятия

- посещение занятий – 10 баллов,
- активное участие на практических занятиях – 15 баллов,
- выполнение домашних работ – 15 баллов,
- выполнение самостоятельных работ – 20 баллов,
- выполнение контрольных работ – 40 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос – 60 баллов,
- письменная контрольная работа – 30 баллов,
- тестирование – 10 баллов.

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

*a) основная литература:*

1. Н.И. Ольховский. Курс теоретической механики для физиков. - М.: Лань, 2012.
2. Н.И. Ольховский, Ю.Г. Павленко, Л.С. Кузьменков. Задачи по теоретической механике для физиков.- М.: Лань, 2008.

3. И.В. Мещерский. Сборник задач по теоретической механике. – СПб.: Лань, 2010.
4. Л.Г. Гречко, В.И. Сугаков и др. сборник задач по теоретической физике. - М.: Высшая школа, 1984г.

**б) дополнительная литература:**

1. Г. Голдстейн, Чарлз П. Пул, Джон Сафко Классическая механика. - М.: Институт компьютерных исследований, 2012.
2. Л.Д. Ландау и Е.М.Лифшиц. Механика.- М.: Наука, 2007.
3. Н.Б. Бутенин. Введение в аналитическую механику. - М.: Наука, 1997.
4. М.И. Бать, Г.Ю. Джанемидзе, А.С. Кельзон. Теоретическая механика в примерах и задачах, т. 1-2. - М.: Лань, 2013.

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>  
Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке( доступ будет продлен)
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) договор № 55\_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг.(доступ продлен до сентября 2019 года).
3. Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучением: [база данных] / Даг. гос. ун-т. - Махачкала, г. - Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. - URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 22.03.2018).
4. Доступ к электронной библиотеки на <http://elibrary.ru> основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВПО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003. (Раз в 5 лет обновляется лицензионное соглашение)
5. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017г. Договор действует в течении 1 года с момента его подписания.
6. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
7. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
8. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>

9. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
10. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
11. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>
12. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
13. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского госуниверситета.

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Перечень учебно-методических материалов, предоставляемых студентам во время занятий:

- рабочие тетради студентов;
- наглядные пособия;
- словарь терминов;
- тезисы лекций,
- раздаточный материал по тематике лекций.

Оптимальным путем освоения дисциплины является посещение всех лекций и семинаров, выполнение предлагаемых заданий в виде задач, тестов и устных вопросов.

На лекциях рекомендуется деятельность студента в форме активного слушания, т.е. предполагается возможность задавать вопросы на уточнение понимания темы и рекомендуется конспектирование лекции. На семинарских занятиях деятельность студента заключается в активном обсуждении задач, решенных другими студентами, решении задач самостоятельно, выполнении контрольных заданий. В случае, если студентом пропущено лекционное или семинарское занятие, он может освоить пропущенную тему самостоятельно с опорой на план занятия, рекомендуемую литературу и консультативные рекомендации преподавателя.

Перед проведением экзамена проводится коллективная аудиторная консультация, на которой даются советы по подготовке к экзамену. В целом

рекомендуется регулярно посещать занятия и выполнять текущие задания, что обеспечит достаточный уровень готовности к сдаче экзамена.

**11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

1. Программное обеспечение для лекций, средство просмотра изображений.
2. Программное обеспечение в компьютерный класс, средство просмотра изображений, интернет, e-mail.

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Лекционные и практические занятия проводятся в аудиториях факультета. Технические средства обучения, используемые в учебном процессе для освоения дисциплины:

1. компьютерное оборудование, которое используется в ходе изложения лекционного материала;
2. пакет плакатов и графиков, используемых в ходе текущей работы, а также для промежуточного и итогового контроля;
3. электронная библиотека курса и Интернет-ресурсы – для самостоятельной работы.