

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Теоретическая механика и механика сплошных сред**

Кафедра теоретической и вычислительной физики  
физического факультета

**Образовательная программа**  
03.03.02 Физика

Профили подготовки  
фундаментальная физика, медицинская физика

Уровень высшего образования Бакалавриат

Форма обучения  
очная

Статус дисциплины: базовый модуль направления

Махачкала 2022

Рабочая программа дисциплины составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 - «Физика» (уровень бакалавриат) от «7» августа 2020г. № 891.

Разработчик: кафедра теоретической и вычислительной физики

Абдулвагабов Мизафрудин Шахович. к.ф.-м.н., доцент

**Рабочая программа дисциплины одобрена:** на заседании кафедры теоретической и вычислительной физики 21 марта 2022г., протокол №7.

Зав. кафедрой



Муртазаев А.К.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «23» марта 2022г., протокол №7

.

Председатель



Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «31» марта 2022г.

Начальник УМУ



Гасангаджиева А.Г

## Аннотация рабочей программы дисциплины

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

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой теоретической и вычислительной 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:

общепрофессиональных – ОПК-1;

профессиональных – ПК-3, ПК-7.

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 аттестаци и (зачет, дифферен- цированн ый зачет, экзамен
	в том числе							
	Все- го	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том	
		Всег	из них					
		о	Лекц ии	Лаборат орные занятия	Практи ческие заняти я	КСР	консул ьтаци и	числ е экза мен
4	180	100	48	-	52	-	-	80

## **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).**

<b>Код и наименование компетенции из ОПОП</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Процедура освоения</b>
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Выявляет и анализирует проблемы, возникающие в ходе профессиональной деятельности, основываясь на современной научной картине мира	<b>Знает:</b> физико-математический аппарат, необходимый для решения задач профессиональной деятельности - тенденции и перспективы развития современной физики, а также смежных областей науки и техники. <b>Умеет:</b> выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, анализировать и обрабатывать соответствующую научно-техническую литературу с учетом зарубежного опыта. <b>Владеет:</b> навыками находить и критически анализировать информацию, выявлять естественнонаучную сущность проблем.	Письменный опрос

	ОПК-1.2. Реализует и совершенствует новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.	<p><b>Знает:</b> основные понятия, идеи, методы, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач физики;</p> <p>- новые методологические подходы к решению задач в области профессиональной деятельности.</p> <p><b>Умеет:</b> реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.</p>	
	ОПК-1.3. Проводит качественный и количественный анализ выбранного методов решения выявленной проблемы, при необходимости вносит необходимые коррективы.	<p><b>Знает:</b> основы качественного и количественного анализа методов решения выявленной проблемы.</p> <p><b>Умеет:</b> выбирать метод решения выявленной проблемы, проводить его качественный и количественный анализ, при необходимости вносить необходимые коррективы для достижения оптимального результата.</p> <p><b>Владеет:</b> - навыками проводить качественный и количественный анализ методов решения выявленной проблемы, оценивать эффективность выбранного метода.</p>	

ПК-3. Способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности	ПК-3.1. Использует теоретические и практические знания для постановки и решения педагогических задач в предметной области и в области образования	<b>Знает:</b> содержание, сущность, закономерности, принципы и особенности изучаемых явлений и процессов, базовые теории в предметной области; закономерности, определяющие место предмета в общей картине мира; программы и учебники по преподаваемому предмету; основы общетеоретических дисциплин в объеме, необходимом для решения педагогических, научно-методических и организационно-управленческих задач (педагогика, методика преподавания предмета.)	Разноуровневые задачи и задания
	ПК-3.2. Способен соотносить основные этапы развития предметной области с ее актуальными задачами, методами и концептуальными подходами, тенденциями и перспективами ее современного развития		
	ПК-3.3. Способен выделять структурные элементы, входящие в систему познания предметной области, анализировать их в единстве содержания, формы и выполняемых функций	<b>Умеет:</b> анализировать базовые предметные научно-теоретические представления о сущности, закономерностях, принципах и особенностях изучаемых явлений и процессов. <b>Владеет:</b> навыками понимания и системного анализа базовых научно-теоретических представлений для решения профессиональных задач.	

ПК-7. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области физики смежных с физикой науках	ПК-7.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий исследований	<p><b>Знает:</b> теоретические и экспериментальные основы современных методов исследований изучаемых процессов и явлений.</p> <p><b>Умеет:</b> самостоятельно ставить задачу и решать ее; использовать достижения современных информационно-</p>	Устный опрос, письменный опрос
---	--	--	--------------------------------

	ПК-7.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	коммуникационных технологий для выполнения экспериментальных и теоретических исследований; анализировать и интерпретировать результаты эксперимента на основе современных теоретических моделей; правильно организовать и планировать эксперимент; правильно применять различные теоретические модели для анализа результатов эксперимента. <b>Владеет:</b> основами современных методов экспериментальных исследований в данной области науки; основами теоретических разработок в своей области исследований.	
--	--	--	--

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

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

часов.

Ст ру к ту ра д ис ц ип ли ны	Раздел дисциплины	Се ме ст р	Н ед ел я се ме ст ра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				С ам ос то ят ел ьн ая ра бо та	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) /Форма промежуточной аттестации (по семестр.)
				Ле кц ии	П ра кт ич ес кая	Л аб ор ат ор ия	К аб он рс тр ол ь ам с		

<b>Модуль 1. Кинематика. Динамика точки и системы точек.</b>									
1.	Кинематика точки. Сложное движение точки.	4		1	1	-	-	1	опрос
2.	Динамика точки.			1	1	-	-	1	опрос
3.	Введение в динамику. Дифференциальные уравнения движения. Уравнения движения.			2	2	-	-	2	опрос
4.	Общие теоремы динамики точки.			1	1	-	-	1	опрос
5.	Движение материальной точки в центральном силовом поле.			2	2	-	-	2	опрос
6.	Материальная система. Теорема об изменении количества движения материальной системы.			1	1	-	-	1	опрос
7.	Теорема об изменении момента количества движения материальной системы.			1	1	-	-	1	опрос
8	Теорема об изменении кинетической энергии материальной системы.			1	1	-	-	1	опрос
9	Плоское движение твердого тела. Движение твердого тела с одной неподвижной точкой. Уравнение Эйлера			2	2			2	
<b>Итого по модулю 1</b>				12	12	-	-	12	контроль ная работа

<b>Модуль 2. Аналитическая механика.</b>									
1.	Связи. Типы связей. Число степеней свободы.	4		1	1	-	-	1	опрос
2.	Принцип возможных перемещений.			1	1	-	-	1	опрос
3.	Общее уравнение динамики системы материальных точек.			1	1	-	-	1	опрос
4.	Уравнение Лагранжа первого рода.			2	2	-	-	2	опрос
5.	Обобщенные координаты и обобщенные силы.			1	1	-	-	1	опрос
6.	Уравнения Лагранжа второго рода			2	2	-	-	2	опрос
7.	Канонические уравнения Гамильтона. Принцип наименьшего действия.			2	2	-	-	2	опрос
8.	Уравнения Гамильтона Якоби.			2	2	-	-	2	опрос
<b>Итого по модулю 2</b>				12	12	-	-	12	контроль ная работа
<b>Модуль 3. Гидродинамика.</b>									
1.	Введение. Идеальная жидкость. Уравнение	4		1	1	-	-	2	опрос

	Эйлера.								
2.	Гидростатика. Уравнение Бернулли. Поток энергии. Поток импульса.			1	1	-	-	2	опрос
3.	Циркуляция скорости, теорема Томсона. Завихренность.			1	1	-	-	1	опрос
4.	Уравнение движения вязкой жидкости (уравнение Навье-Стокса). Кинематическая, динамическая вязкость.			2	2	-	-	1	опрос
5.	Уравнения движения в криволинейных координатах. Диссипация энергии в несжимаемой жидкости.			2	2	-	-	2	опрос
6.	Ламинарное течение несжимаемой жидкости. Число Рейнольдса. Точные решения уравнения движения			1	1	-	-	1	опрос
7.	Одномерное течение между двумя параллельными плоскими стенками, течение по трубе (течение Пуазейля)			2	2	-	-	2	опрос
8.	Движение жидкости между вращающимися цилиндрами. Турбулентное течение вязкой жидкости. Уравнение Рейнольдса.			2	2	-	-	1	опрос

<b>Итого по модулю 3</b>				12	12	-	-	12	контроль ная работа
<b>Модуль 4. Теория упругости.</b>									
1.	Основные уравнения теории упругости. Тензор деформации. Тензор напряжений.	4		1	1	-	-	2	опрос
2.	Главные напряжения. Деформирования. Закон Гука. Однородные деформации.			1	1	-	-	2	опрос
3.	Деформации с изменением температуры. Уравнения равновесия изотропных тел.			1	1	-	-	1	опрос
4.	Кручение стержней. Изгиб стержней. Энергия деформированного стержня.			2	2	-	-	1	опрос
5.	Упругие волны в изотропной среде.			2	2	-	-	2	опрос
6.	Упругие волны в кристаллах. Колебания стержней и пластинок.	4		1	1	-	-	1	опрос
7.	Плоские звуковые волны. Сферические волны.			2	2	-	-	2	опрос
8.	Энергия и импульс звуковой волны. Отражение звуковых волн.			2	2	-	-	1	опрос

<b>Итого по модулю 4</b>				12	12	-	-	12	контроль ная работа
<b>Итого по модулю 5</b>								36	экзамен
	<b>Итого: 180 часов</b>			48	52	-	-	44	36

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

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

##### **Модуль 1. Кинематика. Динамика точки и системы точек.**

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.

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. Плоское движение твердого тела. Динамические и кинематические уравнения Эйлера.

##### **Модуль 2. Аналитическая механика**

Основные понятия. Связи. Типы связей. Принцип возможных перемещений. Общее уравнение динамики. Уравнения Лагранжа первого рода.

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

### ***Модуль3. Гидродинамика***

Введение. Идеальная жидкость. Уравнение непрерывности. Уравнение Эйлера. Идеальная жидкость. Плотность потока энтропии. Гидростатика. Уравнение Бернулли. Поток энергии. Поток импульса, тензор плотности потока импульса. Циркуляция скорости, теорема Томсона. Завихренность. Потенциальное движение. Несжимаемая жидкость, функция тока, комплексный потенциал. Источник, вихрь. Сила сопротивления при потенциальном обтекании, подъемная сила. Гравитационные волны, длинные гравитационные волны. Понятие о солитоне, закон дисперсии уединенной волны. Вязкая жидкость. Уравнение движения вязкой жидкости (уравнение Навье-Стокса). Кинематическая, динамическая вязкость. Уравнения движения в криволинейных координатах. Диссипация энергии в несжимаемой жидкости. Ламинарное течение несжимаемой жидкости. Число Рейнольдса. Точные решения уравнения движения несжимаемой жидкости: одномерное течение между двумя параллельными плоскими стенками, течение по трубе (течение Пуазейля), движение жидкости между вращающимися цилиндрами. Турбулентное течение вязкой жидкости. Уравнение Рейнольдса.

### ***Модуль4. Теория упругости***

Основные уравнения теории упругости. Тензор деформации. Тензор напряжений. Главные напряжения. Деформирования. Закон Гука. Однородные деформации. Деформации с изменением температуры. Уравнения равновесия изотропных тел. Равновесие стержней и пластинок. Продольная деформация пластинок. Кручение стержней. Сильный изгиб пластинок. Изгиб стержней. Энергия деформированного стержня. Упругие волны. Упругие волны в изотропной среде. Упругие волны в кристаллах. Колебания стержней и пластинок. Звук. Плоские звуковые волны. Сферические волны. Энергия и импульс звуковой волны. Отражение звуковых волн.

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

<b>Модуль 1. Кинематика. Динамика точки и системы точек.</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.	4
Движение материальной точки в центральносимметричном поле.	Центральные и потенциальные силы. Законы Кеплера. Секторная скорость.	2
Динамика относительного движения точки.	Переносные и кориолисовы силы инерции. Кориолисово ускорение.	2
<b>Модуль 2. Аналитическая механика.</b>		
Уравнения движения.	Внешние и внутренние силы. Виды сил.	1
Изменение количества системы материальных точек.	Система центра масс. Движение системы при наличии внешних сил.	1
Теорема об изменении момента импульса системы.	Закон сохранения и изменения момента импульса. Момент силы. Влияние внутренних сил на момент импульса.	1
Изменение и сохранение энергии системы.	Изменение энергии при наличии потенциальных, гироскопических сил. Нестационарные поля.	1
Связи. Типы связей. Общее уравнение динамики.	Число степеней свободы. Голономные и неголономные связи. Уравнение Даламбера.	1
Плоское движение твердого тела.	Движение твердого тела с одной неподвижной точкой. Уравнения Эйлера.	1

Принцип возможных перемещений.	Действительные, возможные и виртуальные перемещения.	1
Общее уравнение динамики системы материальных точек.	Уравнение движения системы. Законы сохранения импульса и энергии.	1
Уравнение Лагранжа первого рода.	Уравнения Лагранжа первого рода. Реакции связей. Неопределенные множители Лагранжа.	1
Уравнения Лагранжа 2-го рода.	Число уравнений Лагранжа 2-го рода. Обобщенные диссипативные силы.	1
Канонические уравнения Гамильтона.	Функция Гамильтона. Скобки Пуассона.	1
Принцип наименьшего действия.	Уравнение Гамильтона – Якоби. Функция действия.	1
<b>Модуль 3. Гидродинамика</b>		
Уравнение непрерывности, уравнение Эйлера.	Общий вид уравнения непрерывности и уравнения Эйлера.	4
Уравнение Бернулли.	Уравнение Бернулли для движущейся и покоящейся жидкости	2
Вихревое и потенциальное движение жидкости.	Применение операций ротора и дивергенции для движущейся жидкости	2
Уравнение движения вязкой жидкости. Цилиндрические координаты.	Уравнение движения вязкой жидкости в цилиндрических координатах	4
<b>Модуль 4. Теория упругости</b>		
Звуковые волны.	Описание звуковых волн	2
Ударные волны.	Описание ударных волн	2
Тензор деформации. Смещение частиц.	Тензор деформации для твердых тел	2
Однородные деформации. Закон Гука.	Применение закона Гука для однородной деформации	2

Изгиб, кручение стержней.	Описание деформации (изгиб, кручение)	2
Упругие волны	Уравнение движения упругих волн	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.

### 1. 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.

<b>Разделы и темы для самостоятельного изучения</b>	<b>Виды и содержание самостоятельной работы</b>
---	---

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.
Функция тока, комплексный потенциал	Описание движения жидкости
Сила сопротивления при потенциальном обтекании, подъемная сила	Описать возникновение силы сопротивления при потенциальном движении и подъемной силы
Понятие о солитоне	Физический смысл солитонов

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

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

### 2.1. 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 компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Выявляет и анализирует проблемы, возникающие в ходе профессиональной деятельности, основываясь на современной научной картине мира	<b>Знает:</b> физико-математический аппарат, необходимый для решения задач профессиональной деятельности - тенденции и перспективы развития современной физики, а также смежных областей науки и техники. <b>Умеет:</b> выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, анализировать и обрабатывать соответствующую научно-техническую литературу с учетом зарубежного опыта. <b>Владеет:</b> навыками находить и критически анализировать информацию, выявлять	Письменный опрос

		естественнонаучную сущность проблем.	
	ОПК-1.2. Реализует и совершенствует новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.	<p><b>Знает:</b> основные понятия, идеи, методы, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач физики; - новые методологические подходы к решению задач в области профессиональной деятельности.</p> <p><b>Умеет:</b> реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.</p>	

	ОПК-1.3. Проводит качественный и количественный анализ выбранного методов решения выявленной проблемы, при необходимости вносит необходимые коррективы.	<p><b>Знает:</b> основы качественного и количественного анализа методов решения выявленной проблемы.</p> <p><b>Умеет:</b> выбирать метод решения выявленной проблемы, проводить его качественный и количественный анализ, при необходимости вносить необходимые коррективы для достижения оптимального результата.</p> <p><b>Владеет:</b> - навыками проводить качественный и количественный анализ методов решения выявленной проблемы, оценивать эффективность выбранного метода.</p>	
ПК-3. Способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности	ПК-3.1. Использует теоретические и практические знания для постановки и решения педагогических задач в предметной области и в области образования	<p><b>Знает:</b> содержание, сущность, закономерности, принципы и особенности изучаемых явлений и процессов, базовые теории в предметной области; закономерности, определяющие место предмета в общей картине мира; программы и учебники по преподаваемому предмету; основы общетеоретических дисциплин в объеме, необходимом для решения педагогических, научно-методических и организационно-управленческих задач (педагогика, методика преподавания предмета.)</p>	Разноуровневые задачи и задания
	ПК-3.2. Способен соотносить основные этапы развития предметной области с ее актуальными задачами, методами и концептуальными подходами, тенденциями и перспективами ее современного развития		

	ПК-3.3. Способен выделять структурные элементы, входящие в систему познания предметной области, анализировать их в единстве содержания, формы и выполняемых функций	<p><b>Умеет:</b> анализировать базовые предметные научно-теоретические представления о сущности, закономерностях, принципах и особенностях изучаемых явлений и процессов.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками понимания и системного анализа базовых научно-теоретических представлений для решения профессиональных задач.</p>	
ПК-7. Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области физики смежных с физикой науках	ПК-7.1. Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий исследований	<p><b>Знает:</b> теоретические и экспериментальные основы современных методов исследований изучаемых процессов и явлений.</p> <p><b>Умеет:</b> самостоятельно ставить задачу и решать ее; использовать достижения современных информационно-</p>	Устный опрос, письменный опрос

	ПК-7.2. Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	коммуникационных технологий для выполнения экспериментальных и теоретических исследований; анализировать и интерпретировать результаты эксперимента на основе современных теоретических моделей; правильно организовать и планировать эксперимент; правильно применять различные теоретические модели для анализа результатов эксперимента. <b>Владеет:</b> основами современных методов экспериментальных исследований в данной области науки; основами теоретических разработок в своей области исследований.	
--	--	--	--

## 2.2. Типовые контрольные задания.

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

1. Полярная система координат и её связь с декартовой. Скорость и ускорение.
2. Цилиндрическая система координат. Скорость в цилиндрической системе координат
3. Кинематические уравнения Эйлера.
4. Уравнение Лагранжа первого рода.
5. Ускорение в цилиндрической системе координат.
6. Общее уравнение динамики..
7. Уравнение Гамильтона-Якоби
8. Соприкосновение твёрдых тел; условие равновесия.

9. Сферическая система координат. Скорость в сферической системе координат.
10. Обобщённые силы. Обобщённые импульсы. Циклические координаты.
11. Ускорение в сферической системе координат.
12. Уравнение Лагранжа второго рода в случае потенциальных сил.
13. Секторная скорость. Секторная скорость в цилиндрической системе координат.
14. Разложение ускорения на относительное, переносное и кориолисово.
15. Естественный трёхгранник. Естественное задание движения.
16. Виртуальная работа. Признак идеальности связей.
17. Разложение скорости точки на переносную и относительную.
18. Уравнение движения в обобщённых координатах.
19. Понятие об инерциальной системе отсчёта и законы Ньютона.
20. Обобщённый интеграл энергии.
21. Принцип относительности Галилея.
22. Ускорение точек твёрдого тела. Разложение его на поступательное, вращательное и осеостремительное ускорение.
23. Решение уравнений движения и начальные условия.
24. Принцип наименьшего действия. Уравнения Лагранжа.
25. Общее решение уравнений движения в квадратурах:  
сила зависит от времени:  $m\dot{x} \cdot F_x \cdot t$ ,  $m\dot{y} \cdot F_y \cdot t$ ,  $m\dot{z} \cdot F_z \cdot t$ . 30.  
Уравнение Гамильтона.
26. 31. Общее решение уравнений движения в квадратурах:  
каждая проекция силы зависит только от проекции радиуса- вектора:  
 $m\dot{x} \cdot F_x \cdot x$ ,  $m\dot{y} \cdot F_y \cdot y$ ,  $m\dot{z} \cdot F_z \cdot z$  32. Скобки Пуассона и законы сохранения.
27. Общее решение уравнений движения в квадратурах:  
сила является функцией только скорости точки:  $m\dot{x} \cdot$   
 $F_x \cdot \dot{x}$ ,  $m\dot{y} \cdot F_y \cdot \dot{y}$ ,  $m\dot{z} \cdot F_z \cdot \dot{z}$ .
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. Вектор угловой скорости. Скорости точек твердого тела в общем случае его движения.
33. Законы изменения и сохранения энергии материальной точки.
34. Уравнение Гамильтона - Якоби.
35. Центральные силы, являющиеся функцией расстояния от центра силы.
36. Метод разделения переменных.
37. Гироскопическая и диссипативная силы. Работы этих сил.
38. Движение заряженной частицы в постоянных однородных электрическом и магнитном полях.
39. Закон сохранения полной энергии.
40. Движение относительно неинерциальных систем отсчёта.
41. Теорема Клаузиуса о вириале сил.
42. Бесконечно малые повороты. Скорости точек твердого тела, имеющего неподвижную точку.
43. Движение в центрально- симметричном поле.
44. Обобщённый потенциал.
45. Движение под действием силы, обратно пропорциональной квадрату расстояния до центра силы.
46. Задача о пространственном осцилляторе.
47. Движение центра масс; законы изменения и сохранения системы.
48. Общий случай движения твёрдого тела.
49. Скорость и ускорение в естественных координатах.
50. Кинетическая, потенциальная и полная энергии в системе материальных точек.

51. Уравнение Бернулли. Уравнение Бернулли при наличии сил тяжести.
52. Уравнение изменения импульса идеальной жидкости. Энтальпия. Поток энергии.
53. Циркуляция скорости. Теорема Томсона. Завихренность течения жидкости
54. Отличие между уравнениями Бернулли для случаев потенциального и непотенциального движений.
55. Тензор деформации
56. Главные оси и главные значения тензора деформации
57. Тензор напряжений
58. Закон Гука для изотропных тел. Модули и всестороннего сжатия ( $\kappa$ ) и сдвига ( $\mu$ ).
59. Однородные деформации. Коэффициент растяжения  $\left( \frac{1}{E} \right)$ , модуль Юнга ( $E$ ). Коэффициент Пуассона ( $\sigma$ ).
60. Уравнения равновесия изотропных тел.
61. Деформация длинного стержня, стоящего вертикально в поле тяжести
62. Отражение к преломлению плоских монохроматических волн.
63. Упругие волны в кристаллах. Тензор модулей упругости

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

1. Уравнение Гамильтона-Якоби.
2. Кинематические уравнения Эйлера.
3. Полярная система координат и её связь с декартовой. Скорость и ускорение.
4. Цилиндрическая система координат. Скорость в цилиндрической системе координат.
5. Уравнение Лагранжа первого рода.
6. Ускорение в цилиндрической системе координат.
7. Общее уравнение динамики.
8. Сферическая система координат. Скорость в сферической системе координат.
9. Обобщённые силы. Обобщённые импульсы. Циклические координаты.
10. Ускорение в сферической системе координат.

11. Уравнение Лагранжа второго рода в случае потенциальных сил.
12. Секторная скорость. Секторная скорость в цилиндрической системе координат.
13. Разложение ускорения на относительное, переносное и кориолисово.
14. Естественный трёхгранник. Естественное задание движения.
15. Виртуальная работа. Признак идеальности связей.
16. Разложение скорости точки на переносную и относительную.
17. Уравнение движения в обобщённых координатах.
18. Понятие об инерциальной системе отсчёта и законы Ньютона.
19. Принцип относительности Галилея.
20. Ускорение точек твёрдого тела. Разложение его на поступательное, вращательное и осесремительное ускорение.
21. Принцип наименьшего действия. Уравнения Лагранжа.
22. Уравнение Гамильтона.
23. Скобки Пуассона и законы сохранения.
24. Законы изменения и сохранения импульса.
25. Свойства скобки Пуассона. Тождество Якоби.
26. Закон изменения и сохранения момента импульса материальной точки.
27. Законы изменения и сохранения энергии материальной точки.
28. Закон сохранения полной энергии.
29. Движение в центрально- симметричном поле.
30. Движение под действием силы, обратно пропорциональной квадрату расстояния до центра силы.
31. Движение центра масс; законы изменения и сохранения системы.
32. Скорость и ускорение в естественных координатах.
33. Кинетическая, потенциальная и полная энергии в системе материальных точек.
34. Уравнение непрерывности.
35. Тензор деформации
36. Гидростатика. Барометрическая формула для идеального газа, находящегося в поле сил тяжести.
37. Тензор напряжений  $P_{ik}$ .
38. Уравнение Бернулли.
39. Граничные условия на ограничивающих жидкость стенках для идеальной и вязкой жидкостей.

- 40. Закон изменения энергии для идеальной жидкости. Плотность потока энергии.
- 41. Деформации всестороннего сжатия и чистого сдвига.
- 42. Закон изменения импульса для идеальной жидкости Тензор плотности потока импульса.
- 43. Закон Гука для изотропного тела.
- 44. Тензор напряжений для изотропного тела. Модули всестороннего сжатия и сдвига.
- 45. Циркуляция скорости. Теорема Томсона.
- 46. Тензор напряжений для изотропного тела. Модули всестороннего сжатия и сдвига.
- 47. Идеальная несжимаемая жидкость. Уравнения непрерывности, Эйлера, Бернулли для несжимаемой жидкости.

48. Уравнения равновесия изотропных тел.
49. Идеальная жидкость.
50. Уравнение непрерывности
51. Граничные условия для движения идеальной жидкости
52. Система гидродинамических уравнений для идеальной жидкости
53. Гидростатика. Законы Паскаля и Архимеда
54. Барометрическая формула
55. Траектории, линии тока. Трубки тока. Трубки траекторий. Критические точки
56. Уравнение Бернулли. Уравнение Бернулли при наличии сил тяжести.
57. Уравнение изменения импульса идеальной жидкости. Энтальпия. Поток энергии.
58. Циркуляция скорости. Теорема Томсона. Завихренность течения жидкости
59. Отличие между уравнениями Бернулли для случаев потенциального и непотенциального движений.
60. Несжимаемая жидкость. Уравнения гидродинамики для несжимаемой жидкости
61. Потенциальное течение несжимаемой жидкости. Критическая точка
62. Стационарное течение несжимаемой идеальной жидкости в горизонтально расположенной трубке переменного поперечного сечения
63. Двухмерное (плоское) течение идеальной несжимаемой жидкости. Функция тока
64. Условия несжимаемости идеальной жидкости
65. Некоторые приложения интеграла Бернулли
66. Несжимаемая жидкость в поле тяжести во вращающемся цилиндрическом сосуде
67. Стационарное течение сжимаемого идеального газа
68. Силы воздействия идеальной жидкости на тело, движущееся в безграничной массе жидкости
69. Звуковые волны
70. Плоские звуковые волны
71. Эффект Доплера
72. Уравнения движения вязкой жидкости
73. Уравнение Навье-Стокса
74. Граничные условия к уравнениям движения вязкой жидкости
75. Уравнения движения вязкой несжимаемой жидкости в криволинейных координатах
76. Плоское пуазейлевое течение
77. Формула Стокса
78. Законы подобия. Числа Рейнольдса, Струхала)

79. Звуковые волны в жидкости. Волновое уравнение. Плоские монохроматические звуковые волны
80. Энергия и импульс звуковых волн
81. Отражение и преломление звуковых волн
82. Эффект Доплера для звуковых волн
83. Собственные частоты звуковых колебаний жидкости в сосуде
84. Тензор деформации
85. Главные оси и главные значения тензора деформации
86. Тензор напряжений
87. Закон Гука для изотропных тел. Модули всестороннего сжатия ( $\kappa$ ) и сдвига ( $\mu$ ).
88. Однородные деформации. Коэффициент растяжения  $\left(\frac{1}{E}\right)$ , модуль Юнга ( $E$ ). Коэффициент Пуассона ( $\sigma$ ).
89. Уравнения равновесия изотропных тел.
90. Деформация длинного стержня, стоящего вертикально в поле тяжести
91. Отражение к преломлению плоских монохроматических волн.
92. Упругие волны в кристаллах. Тензор модулей упругости

**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)  $v_\rho = 0, \quad v_\varphi = \kappa R, \quad v_z = u, \quad v = \sqrt{k^2 R^2 + u^2}$
- б)  $v_\rho = \dot{r}, \quad v_\varphi = \dot{R}, \quad v_z = 0, \quad \omega_\rho = -R\dot{k}, \quad \omega_\varphi = 0, \quad \omega_z = 0, \quad \omega = \sqrt{R^2 k^4}$   
 $\omega_\rho = -\dot{r}, \quad \omega_\varphi = -\dot{R}, \quad \omega_z = 0$
- в)  $v_\rho = \dot{r} + v_0, \quad v_\varphi = \dot{R} + v_0, \quad v_z = u$
- г)  $v_\rho = 0, \quad v_\varphi = kR, \quad v_z = 0, \quad \omega_\rho = -\dot{R}, \quad \omega_\varphi = \dot{R} + \dot{v}_0, \quad \omega_z = u$   
 $\omega_\rho = 0, \quad \omega_\varphi = k\dot{R}, \quad \omega_z = 0$
- д)  $v_\rho = k, \quad v_\varphi = v_0, \quad v_z = u, \quad \omega_\rho = 0, \quad \omega_\varphi = \dot{v}_0, \quad \omega_z = u$
3. Тело массы  $m$  вследствие полученного толчка прошло по негладкой горизонтальной плоскости за 5с расстояние  $S=24.5$ м и остановилось. Определить коэффициент трения  $K$ .
- а)  $\kappa=0,1$ ; б)  $\kappa=0,05$ ; в)  $\kappa=1$ ; г)  $\kappa=0,5$ ; д)  $\kappa=0,2$ .
4. Силовое поле называется потенциальным, если напряженность поля  $\vec{E}$  удовлетворяет требованию:
- а)  $\oint \vec{E} d\vec{r} = 0$ . б)  $\text{rot} \vec{E} = 0$ . в)  $\text{div} \vec{E} = 0$ . 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)  $\vec{\sigma} = \begin{bmatrix} \vec{r} \\ rP \end{bmatrix}$ , в)  $\vec{\sigma} = \begin{bmatrix} \vec{r} \\ rf \end{bmatrix}$ ,  
 з)  $\vec{\sigma} = \frac{1}{2}[\vec{r}\vec{v}]$ , 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)  $y = -\frac{bV_0^2}{a^2 y^3}$ , б)  $y = -\frac{b^4 V_0^2}{a^2 y^3}$ , в)  $\dot{y} = \frac{V_0^2}{a^2 y}$ ,  
 г)  $\dot{y} = -\frac{abV_0^2}{y^2}$ , д)  $\dot{y} = -\frac{b(V_0^2 + a)}{a^2 y^3}$ .

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)  $F_x' + F_y' + F_z' = 0;$
- 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?

а)  $\frac{v}{fg \cos \alpha};$  б)  $\frac{2v}{fg(\sin \alpha - \cos \alpha)};$  в)  $\frac{fv}{g(\sin \alpha + \cos \alpha)}$

г)  $\frac{v}{g(\sin \alpha - f \cos \alpha)};$  д)  $\frac{v}{g(\sin \alpha + f \cos \alpha)};$

4. Условиями равновесия твердого тела являются.

а)  $\vec{F} = \sum \vec{f} = 0;$  б)  $\vec{F} = \sum [\vec{f}] \neq 0;$  в)  $\vec{F} = \sum \vec{f} = 0;$

$K = \sum [rf] \neq 0$   $K = \sum rf = 0$   $K = \sum [rf] = 0$

г)  $\vec{F} = \sum \vec{f} \neq 0;$  д)  $\vec{F} = \sum \vec{f}$

$\vec{K} = \sum [\vec{rf}] \neq 0$   $\vec{K} = \sum [\vec{rf}] = 0$

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

5. Момент импульса определяется как:

а)  $\vec{M} = [\vec{r}\vec{P}];$  б)  $\vec{M} = [\vec{r}\vec{F}];$  в)  $\vec{M} = [\vec{r}\vec{v}];$  г)  $\vec{M} = \text{rot}[\vec{r}\vec{P}];$  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).

а)  $\alpha = 45^\circ,$  б)  $\alpha = 60^\circ,$  в)  $\alpha = \frac{hg}{V_0^2},$

$$\text{г) } \sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{2\left(1 + \frac{hg}{V_0^2}\right)}}, \quad \text{д) } \sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \frac{hg}{V_0^2}}}.$$

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.

$$\text{а) } T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{M}{\rho}}}, \quad \text{б) } T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{\omega}}, \quad \text{в) } T = 2\pi \sqrt{\frac{\rho g s}{M}},$$

$$\text{г) } T = 2\pi \sqrt{\left(\frac{M}{\rho g s} + 1\right)}, \quad \text{д) } T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{\rho g s}}.$$

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

$$\text{а) } \frac{gt^2}{2}, \quad \text{б) } \frac{mv^2}{(f+R)}, \quad \text{в) } \frac{mv^2}{(f-R)}, \quad \text{г) } \frac{mv^2}{2(f+R)}, \quad \text{д) } \frac{mv^2}{2(f-R)}.$$

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

$$\text{а) } \frac{d\vec{P}}{dt} = e\vec{E}, \quad \text{б) } \vec{F} = m\vec{a}, \quad \text{в) } \frac{d\vec{P}}{dt} = \frac{e}{c} \vec{v} \times \vec{H}, \quad \text{г) } \frac{d\vec{P}}{dt} = 0, \quad \text{д) } \frac{d\vec{P}}{dt} = e\vec{E} + \frac{e}{c} \vec{v} \times \vec{H}.$$

5. Уравнение геометрической стационарной связи имеет вид:

$$\text{а) } f(x_i, y_i, z_i) = 0, \quad \text{б) } f(x_i, y_i, z_i, t) = 0, \quad \text{в) } f(x_i, y_i, z_i, t) \neq 0, \\ \text{г) } \frac{\partial f(x_i, y_i, z_i)}{\partial t} \neq 0, \quad \text{д) } f(P_i, q_i, t) = 0.$$

## 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.

$$\text{а) } \vec{F} = -m\omega^2 \vec{r}, \quad \text{б) } \vec{F} = m\omega^2 (x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}), \quad \text{в) } \vec{F} = m\vec{a}, \\ \text{г) } \vec{F} = \sqrt{a^2 + b^2} (x^2 + y^2) \vec{r}, \quad \text{д) } \vec{F} = \left( \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} \right) \vec{r}.$$

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

$$\begin{aligned} \text{а) } y &= \frac{M}{\rho S} \cos\left(-\frac{2\pi}{M} t\right); & \text{б) } y &= \frac{M}{\rho S} \sin\left(2\pi \sqrt{\frac{M}{\rho S}} t\right); & \text{в) } y &= A_0 \cos\left(2\pi \sqrt{\frac{\rho g S}{M}} t\right) \\ y &= -\frac{M}{\rho S} \cos\left(2\pi \sqrt{\frac{\rho g S}{M}} t\right); & \text{д) } y &= -\frac{M}{\rho S} \cos\left(2\pi \sqrt{\frac{\rho g S}{M}} t\right). \end{aligned}$$

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)

$$\text{а) } \frac{Rv_0^2}{2gR}; \quad \text{б) } \frac{v_0^2}{2gR}; \quad \text{в) } \left(\frac{Rv_0^2}{v_0 + 2gR}\right); \quad \text{г) } \frac{Rv_0^2}{g(1+2R)}; \quad \text{д) } \frac{Rv_0^2}{2gR - v_0}.$$

4. Интегралом движения называется такая функция времени, координат и скоростей точек, которая

а) при движении механической системы не сохраняет постоянное значение.

б) при движении механической системы зависит только от начальных условий.

в) при движении механической системы выражаются только через интегралы этих величин.

г) при движении механической системы выражается через энергию этой системы.

д) при движении механической системы сохраняет постоянное значение, определяемое начальными условиями.

5. Найти функцию Гамильтона для материальной точки в декартовых координатах

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

## 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.

а)  $\vec{F} = m(\ddot{x} + \ddot{y})\vec{n}$ ,      б)  $\vec{F} = m(\ddot{x}\vec{i} + \ddot{y}\vec{j})$ ,      в)  $\vec{F} = -mk^2\vec{r}$ , где  $\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j}$ ,  
 г)  $\vec{F} = -mk^2\vec{r} + mk^2c\vec{j}$ ,      д)  $\vec{F} = mk^2(\sin kt + c)\vec{r}$ .

2. Определить период свободных колебаний груза массы  $m$ , зажатого между двумя пружинами с разными коэффициентами  $c_1$  и  $c_2$ .

а)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{c_1 + c_2}}$ ;      б)  $T = \frac{2\pi}{\sqrt{c_1 + c_2}}$ ;      в)  $T = \frac{mc_1c_2}{c_1 + c_2}$ ;  
 г)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{c_1c_2}{m(c_1 + c_2)}}$ ;      д)  $T = \frac{2\pi}{m} \sqrt{(c_1 + c_2)}$ .

3. Составить функцию Лагранжа для двух заряженных частиц, взаимодействующих по закону Кулона. Выразить их через координаты центра масс и относительных координат.

а)  $L = \frac{M\dot{R}^2}{2} + \frac{\mu\dot{r}^2}{2} - \frac{\alpha}{r}$ ;      б)  $L = \frac{M\dot{R}^2}{2} - \frac{\alpha}{r}$ ;      в)  $L = \frac{M\dot{R}^2}{r} + \frac{\mu\dot{r}^2}{2} - \frac{\alpha}{r}$ ;  
 г)  $L = \frac{M\dot{R}^2}{2} + \frac{\mu\dot{r}^2}{2}$ ;      д)  $L = \frac{M\dot{R}^2}{2\mu} + \frac{\mu\dot{r}^2}{2} - \frac{\alpha}{r}$

где  $M = m_1 + m_2$        $\mu = \frac{m_1m_2}{m_1 + m_2}$

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

а)  $\hat{H} = \frac{1}{2m}(\hat{P}_r^2 + \frac{\hat{P}_\theta^2}{r^2} + \frac{\hat{P}_\varphi^2}{r^2 \sin^2 \theta}) + U(r, \theta, \varphi)$ ;      б)  $\hat{H} = \frac{1}{2m}(\hat{P}_r^2 + \hat{P}_\theta^2 + \hat{P}_\varphi^2) + U(r, \theta, \varphi)$ ;  
 в)  $\hat{H} = \frac{1}{2m}(\hat{P}_r^2 + \frac{\hat{P}_\theta^2}{r^2} + \frac{\hat{P}_\varphi^2}{r^2}) + U(r, \theta, \varphi)$ ;      г)  $\hat{H} = \frac{1}{2m}(\hat{P}_r^2 + \frac{\hat{P}_\theta^2}{r^2} + \frac{\hat{P}_\varphi^2}{r^2 \sin^2 \theta})$ ;  
 д)  $\hat{H} = \frac{1}{2m}(\hat{P}_r^2 + \frac{\hat{P}_\theta^2}{r^2} + \frac{\hat{P}_\varphi^2}{r^2 \sin^2 \theta}) + U(r, \theta, \varphi)$

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

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

$$\text{б) } \hat{M}_x = m(r\dot{z} - z\dot{r}) - mrz\dot{\varphi};$$

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

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

## 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  $t=0$ ,  $x(0)=0$ ,  $\dot{x}(0)=0$ .

$$\text{а) } m\ddot{x} = P_x \sin \omega t, \quad \text{б) } X = \frac{P}{m\omega^2} \sin \omega t, \quad \text{в) } X = \frac{P}{m\omega^2} (\omega t - \sin \omega t),$$

$$\text{г) } m\ddot{x} = \sqrt{P^2 - p_x^2} \sin \omega t, \quad \text{д) } X = \frac{P}{m\omega^2};$$

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  $\dot{x}_0 = 0$ .

$$\text{а) } x = F_0 \cos \omega t; \quad \text{б) } x = \frac{F_0}{c} (1 - \cos \omega t), \quad \text{в) } x = -F_0 \cos \omega t - Q$$

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

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

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

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

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

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

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

$$\text{а) } \hat{H} = \frac{1}{2m} (\hat{P}_r^2 + \hat{P}_z^2);$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### Вариант 7

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

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

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

$$\text{б) } v_\rho = \dot{\rho} + v_0; \quad v_\varphi = \dot{\rho} \varphi + \rho \dot{\varphi}; \quad v_z = \dot{z} + v_0$$

$$\text{в) } v_\rho = 0, \quad v_\varphi = \dot{\varphi}, \quad v_z = \dot{z}$$

$$\omega_\rho = \dot{\rho} + \dot{v}_0; \quad \omega_\varphi = \dot{\rho} \dot{\varphi} + \dot{\rho} \dot{\varphi}; \quad \omega_z = \dot{z} + \dot{\varphi} \dot{z}$$

$$\omega_\rho = 0, \quad \omega_\varphi = \dot{\varphi}, \quad \omega_z = \dot{z}$$

$$\text{г) } v_\rho = \dot{\rho}, \quad v_\varphi = \dot{\rho} \varphi, \quad v_z = \dot{z}$$

$$\text{д) } v_\rho = 0, \quad v_\varphi = \rho \dot{\varphi}, \quad v_z = \dot{z}$$

$$\omega_\rho = \dot{\rho}, \quad \omega_\varphi = \dot{\rho} \varphi + \dot{\rho} \dot{\varphi}, \quad \omega_z = \dot{z}$$

$$\omega_\rho = 0, \quad \omega_\varphi = \rho \dot{\varphi} + 2 \dot{\rho} \dot{\varphi},$$

$$\omega_z = \dot{z}$$

2. Определить период одномерного движения частицы  $m$  с энергией  $E$  в

$$\text{потенциальном поле вида } U = -\frac{U_0}{ch^2 \alpha x}, \quad -U_0 < E < 0.$$

$$\text{а) } T = 2\pi \sqrt{2mE};$$

$$\text{б) } T = 2\pi \sqrt{\frac{E}{m}};$$

$$\text{в) } T = 2\pi \alpha \sqrt{\frac{2E}{m}};$$

$$\text{г) } T = 2\pi \sqrt{\frac{2m}{E}};$$

$$\text{д) } T = \frac{\pi}{\alpha} \sqrt{\frac{2m}{E}};$$

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

$$\text{а) } L = \frac{mv^2}{2} + mgh ;$$

$$\text{б) } L = \frac{me^2}{2} \dot{\varphi}^2 + mgl \cos \varphi - m\dot{x} \sin \varphi ;$$

$$\text{в) } L = m\dot{x}^2 + 2m\dot{x} \dot{\varphi} \cos \varphi + ml^2 \dot{\varphi}^2 ;$$

$$\text{г) } L = \frac{ml^2}{2} \dot{\varphi}^2 + mgl \dot{\varphi} \sin \varphi ;$$

$$\text{д) } L = \frac{ml^2}{2} \dot{\varphi}^2 + m\dot{x} \dot{\varphi} \cos \varphi + \frac{m\dot{x}^2}{2} + mgl \cos \varphi$$

4. Сила называется потенциальной, если:

а) она зависит от координат и удовлетворяет требованию  $\text{div} \vec{F}(\vec{r}) = 0$ .

б) она не зависит от координат и  $\vec{F} \equiv 0$ .

в) она зависит только от координат и удовлетворяет требованию  $\text{rot} \vec{F}(\vec{r}) = 0$ .

г) она зависит от координат и  $\left( \frac{\partial F_i}{\partial r_j} - \frac{\partial F_j}{\partial r_i} \right) = 0$ .

д) она не зависит от координат и  $\frac{\partial \vec{F}(\vec{r})}{\partial r} = 0$ .

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

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

## Вариант 8

1. Уравнение непрерывности имеет вид:

$$\text{а) } \frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div} \rho \vec{\vartheta} = 0$$

$$\text{б) } \frac{\partial \rho}{\partial t} + \rho \text{div} \vec{\vartheta} + \vec{\vartheta} \text{grad} \rho = 0$$

$$\text{в) } \frac{\partial \rho}{\partial t} + \rho \text{grad} \vec{\vartheta} + \vec{\vartheta} \text{div} \rho = 0$$

$$\text{г) } \frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{grad} \rho \vec{\vartheta} = 0$$

2. Плотность потока жидкости имеет вид:

$$\text{а) } \vec{j} = \rho \vec{\vartheta}$$

$$\text{б) } \vec{j} = \text{rot} \vec{\vartheta}$$

$$\text{в) } \vec{j} = \text{grad} \rho \vec{\vartheta}$$

$$\text{г) } \vec{j} = \oint_S \rho \vec{\vartheta} d\vec{S}$$

3. Количество жидкости, протекающее в единицу времени через единицу площади, расположенное перпендикулярно скорости, есть:

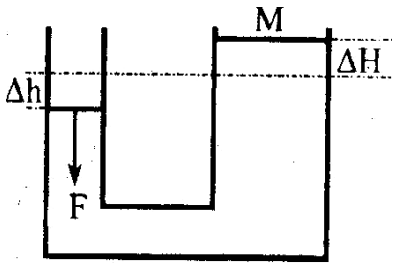
$$\text{а) } \vec{j} = \rho \vec{\vartheta}$$

$$\text{б) } Q = \oint_S \rho \vec{\vartheta} d\vec{S}$$

$$\text{в) } Q = \int_V \text{div} \rho \vec{\vartheta} dV$$

$$\text{г) } \vec{j} = \text{grad} \rho \vec{\vartheta}$$

4.



Большой поршень гидравлической машины поднимает груз массой  $M = 400$  кг (см. рисунок). При этом на малый поршень действует сила  $F = 160$  Н. На какое расстояние  $\Delta h$  опустится малый поршень, если большой поднимется на  $\Delta H = 5$  см?

- а) 5 см    б) 12,5 см    в) 125 см    г) 2 см

5. Обозначая посредством  $S$  энтропию, отнесенную к единице массы жидкости, мы можем выразить адиабатичность движения уравнением:

- а)  $\frac{dS}{dt} = 0$                       б)  $\frac{dS}{dt} \neq 0$                       в)  $\frac{dS}{dt} = \text{grad} S$   
 г)  $\frac{dS}{dx} = \rho$

## Вариант 9

1.



На рисунке изображены два одинаковых шара А и Б, покоящиеся в различных жидкостях. Можно утверждать, что:

- а) нет на оба шара действуют одинаковые выталкивающие силы на оба шара действуют одинаковые выталкивающие силы  
 б) на шар А действует большая выталкивающая сила, чем на шар Б  
 в) на шар Б действует большая выталкивающая сила, чем на шар А  
 г) ответ зависит от плотности жидкостей и шаров

2. Принято считать, что женский голос сопрано занимает частотный интервал от  $\nu_1 = 250$  Гц до  $\nu_2 = 1000$  Гц. Отношение граничных длин звуковых волн  $\lambda^1/\lambda^2$  этого интервала равно:

- а) 1 б) 2 в) 1/4 г) 4

3. Аэростат объемом  $1000 \text{ м}^3$  заполнен гелием. Плотность гелия  $0,18 \text{ кг/м}^3$ , плотность воздуха  $1,29 \text{ кг/м}^3$ . На аэростат действует выталкивающая сила, равная:

- а)  $1,29 \text{ кН}$    б)  $1,8 \text{ кН}$    в)  $11,1 \text{ кН}$    г)  $5,4 \text{ кН}$

4. Уравнение Навье - Стокса для несжимаемой жидкости имеет вид:

а)  $\frac{\partial \vartheta}{\partial t} + (\vartheta \nabla) \vartheta = -\frac{1}{\rho} \text{grad } P + \frac{\eta}{\rho} \Delta \vartheta$    в)  $\frac{\partial \vartheta}{\partial t} + (\vartheta \nabla) \vartheta = -\frac{\nabla P}{\rho} + g$

б)  $\sigma_{ik} = -P \delta_{ik} + \eta \left( \frac{\partial \vartheta_i}{\partial x_k} + \frac{\partial \vartheta_k}{\partial x_i} \right)$    г)  $\frac{\partial}{\partial t} \text{rot } \vec{\vartheta} = \text{rot}[\vec{\vartheta} \text{rot } \vec{\vartheta}]$

5. Стационарным течением жидкости называется такое течение, при котором:

а)  $\text{rot } \vec{\vartheta} = 0$    в)  $\frac{d\vec{\vartheta}}{dt} = 0$    б)  $\text{div } \rho \vec{\vartheta} = 0$    г)  $\frac{\partial \vartheta}{\partial t} \neq 0$

### Вариант 10

1. Уравнение Бернулли имеет вид:

а)  $\frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{\vartheta^2}{2} + \omega \right) = 0$    б)  $\text{rot} \left( \frac{\vartheta^2}{2} + \omega \right) = 0$

в)  $\text{div} \left( \frac{\vartheta^2}{2} + \omega \right) = 0$

г)  $\left( \frac{\vartheta^2}{2} + \omega \right) = \text{const}$

где  $\omega$  - тепловая функция единицы массы жидкости.

2. Уравнение Эйлера, содержащее только скорость имеет вид:

а)  $\frac{\partial \vartheta}{\partial t} + (\vec{\vartheta} \nabla) \vec{\vartheta} = -\frac{1}{\rho} \nabla P$    б)  $\frac{\partial \vartheta}{\partial t} + (\vec{\vartheta} \nabla) \vec{\vartheta} = -\frac{\nabla P}{\rho} + \vec{g}$

в)  $\frac{d\vartheta}{dt} = \frac{\partial \vartheta}{\partial t} + (\vec{\vartheta} \nabla) \vec{\vartheta}$    г)  $\frac{\partial}{\partial t} \text{rot } \vartheta = \text{rot}[\vec{\vartheta} \text{rot } \vec{\vartheta}]$

3. Уравнение  $\text{grad } P = \rho \vec{g}$ , покоящейся жидкости с постоянной плотностью интегрируем, поочередно направляя вертикально вверх оси:  $x, y, z$ . Выберите правильный ответ:

а)  $\frac{\partial P}{\partial y} = \frac{\partial P}{\partial z} = 0, \frac{\partial P}{\partial x} = -\rho g$ , отсюда  $P = -\rho g x + c_1$

б)  $\frac{\partial P}{\partial x} = \frac{\partial P}{\partial y} = 0, \frac{\partial P}{\partial y} = -\rho g$ , отсюда  $P = -\rho g y + c_2$

в)  $\frac{\partial P}{\partial x} = \frac{\partial P}{\partial y} = 0, \frac{\partial P}{\partial z} = -\rho g$ , отсюда  $P = -\rho g z + c_3$

г)  $\frac{\partial P}{\partial x} = \frac{\partial P}{\partial y} \neq 0, \frac{\partial P}{\partial z} = -\rho g z$ , отсюда  $P = -\rho g z + c_4$

4. В море плавает льдина, часть которой объемом  $195 \text{ м}^3$  находится над водой. Определить объем всей льдины.

- а)  $2 \cdot 10^3 \text{ м}^3$     б)  $1,5 \cdot 10^2 \text{ м}^3$   
в)  $2015 \text{ м}^3$

г)  $1545 \text{ м}^3$

5. Сосуд с водой падает с ускорением  $a < g$ . Как меняется давление  $P$  в сосуде с глубиной?

- а)  $P = \rho gh$     б)  $P = \rho h(g + a)$     в)  $P = P_0 + \rho gh$     г)  $P = \rho h(g - a)$

### Вариант 11

1. Определить силу, с которой вода действует на дно цистерны, с размерами длиной  $l$ , шириной  $d$  и высотой  $h$ . Цистерна движется с ускорением  $\vec{a}$  в горизонтальном направлении.

- а)  $F = \rho h d l g$   
б)  $F = P_0 + \rho h d l g$   
в)  $F = \rho h l d g + \rho \frac{e^2 d}{2} a$   
г)  $F = \rho \frac{e^2 d}{2} a$

2. Вязкая несжимаемая жидкость под действием перепада давлений  $\Delta P = P_2 - P_1$ , течет между двумя бесконечными параллельными плоскостями, находящимися на расстоянии  $d$  друг от друга. Определить поле скоростей в пространстве между плоскостями.

- а)  $\vartheta_y = -\frac{\Delta P}{2\eta l} z^2$     б)  $\vartheta_y = -\frac{\Delta P}{8\eta l} d^2$   
в)  $\vartheta_y = -\frac{\Delta P}{2\eta l} (z^2 - \frac{d^2}{4})$     г)  $\vartheta_y = -\frac{\Delta P}{2\eta} (z^2 - \frac{d^2}{4})$

$\frac{\Delta P}{l}$  — перепад давления на единицу длины

3. Цистерна наполнена водой и нефтью  $\rho_n = 0,9 \text{ г/см}^3$   $\rho_v = 1 \text{ г/см}^3$ . Какова будет вначале скорость  $\vartheta$  истечения воды из отверстия в дне, если высота слоя воды  $h_1 = 1 \text{ м}$ , а слоя нефти  $h_2 = 4 \text{ м}$ .

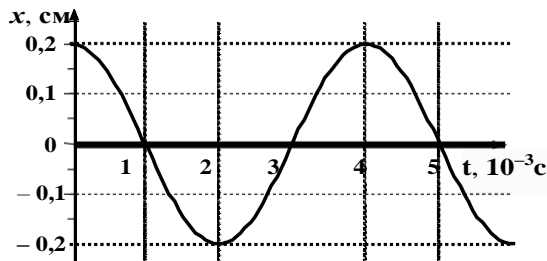
- а)  $9,8 \text{ м/с}$     б)  $9 \text{ м/с}$     в)  $9,5 \text{ м/с}$     г)  $5 \text{ м/с}$

4. Определить форму свободной поверхности жидкости, равномерно вращающейся с угловой скоростью вокруг вертикальной оси в цилиндрическом сосуде

а)  $z = \omega r + \frac{\omega^2 r^2}{2}$       б)  $z = \omega r^2 + \omega_0$

в)  $z = \frac{\omega^2}{2g} r^2$       г)  $z = d\omega r + \frac{b}{r}$

5.



На рисунке показан график колебаний одной из точек струны. Согласно графику, период этих колебаний равен:

а)  $1 \cdot 10^{-3} \text{ с}$       б)  $2 \cdot 10^{-3} \text{ с}$

в)  $3 \cdot 10^{-3} \text{ с}$       г)  $4 \cdot 10^{-3} \text{ с}$

## Вариант 12

1. Вязкая несжимаемая жидкость под действием перепада давлений  $\Delta P = P_2 - P_1$ , течет в трубе эллиптического сечения длиной  $l$ . Определить поле скоростей протекающей за  $1 \text{ с}$  через поперечное сечение трубы.

а)  $\vartheta_z = \frac{\Delta P}{2\eta l} \frac{a^2 b^2}{a^2 + b^2} \left(1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2}\right)$       б)  $\vartheta_z = \frac{\Delta P}{2\eta l} \frac{a^2 b^2}{a^2 + b^2}$

в)  $\vartheta_z = \frac{\Delta P}{2\eta l} \left(1 - \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2}\right)$       г)  $\vartheta_z = \frac{\Delta P}{2\eta l} \frac{a^2 b^2}{a^2 + b^2} \left(\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2}\right)$

2. Две открытые манометрические трубки установлены на горизонтальной трубе переменного сечения. Одна трубка находится в том месте, где сечения трубы равно  $S_1$ , вторая - где сечение  $S_2 > S_1$ . По трубе течет вода, и разность уровней

воды в манометрических трубках равна. Сколько воды ежесекундно проходит через сечение трубы?

а)  $\sqrt{2g \frac{h}{(s_2^2 - s_1^2)}}$

б)  $S_1 S_2 \sqrt{2gh(s_2^2 - s_1^2)}$

в)  $\sqrt{2g \left( \frac{s_2^2 - s_1^2}{h} \right)}$

г)  $S_1 S_2 \sqrt{\frac{2gh}{s_2^2 - s_1^2}}$

3. В широкий сосуд налита вода до высоты  $H$ . На поверхность воды налит слой масла плотностью  $\rho_2$  и высотой  $h$ . С какой скоростью вода начнет вытекать из сосуда, если на дне его образуется отверстие? Плотность воды  $\rho_1$ .

а)  $\sqrt{2g(H + h)}$

б)  $\sqrt{2g(H + \frac{\rho_1}{\rho_2}h)}$

в)  $\sqrt{2g(H + \frac{\rho_1}{\rho_2}h)}$

г)  $\sqrt{2g(\frac{\rho_1}{\rho_2}h + \frac{\rho_1}{\rho_2}H)}$

4. Для течения жидкости в поле тяжести, уравнение Бернулли имеет вид:

а)  $\frac{v^2}{2} + gz = \text{const}$

б)  $\frac{v^2}{2} + \omega + gz = \text{const}$

в)  $\frac{v^2}{2} - \omega + gz = 0$

г)  $\frac{v^2}{2} - \omega - gz = 0$

5. В горизонтально расположенной трубе переменного поперечного сечения уравнение Бернулли принимает вид:

а)  $\frac{\rho v^2}{2} + p = 0$

б)  $-\frac{\rho v^2}{2} - p = 0$

в)  $\frac{\rho v^2}{2} - p = \text{const}$

г)  $\frac{\rho v^2}{2} + p = \text{const}$

### Вариант 13

1. Ламинарное течение это:

а) течение, при котором жидкость или газ перемещается слоями без перемешивания и пульсаций.

б) течение, при котором жидкость или газ перемещается слоями с перемешиваниями и пульсациями.

в) течение, при котором жидкость или газ перемещаются хаотически.

г) нет правильного ответа.

2. Уравнение Эйлера без учета силы тяжести имеет вид:

а)  $\frac{\partial v}{\partial t} + (v \nabla) v = \frac{1}{\rho} \text{grad } P$

б)  $\frac{\partial v}{\partial t} + (v \nabla) v = -\frac{1}{\rho} \text{grad } P$

$$\text{в) } \frac{\partial \vartheta}{\partial t} - (\vartheta \nabla) \vartheta = -\frac{1}{\rho} \text{grad} P \quad \text{г) } \frac{\partial \rho}{\partial t} - (\vartheta \nabla) \rho = -\frac{1}{\rho} \text{grad} P$$

3. Для элемента объема жидкости уравнение движения (Уравнение Ньютона) имеет вид:

$$\begin{array}{ll} \text{а) } \frac{\partial \vartheta}{\partial t} = -\text{grad} P & \text{б) } \rho \frac{\partial \vartheta}{\partial t} = \text{grad} P \\ \text{в) } \rho \frac{\partial \vartheta}{\partial t} = -\text{grad} P & \text{г) } \rho \frac{\partial x}{\partial t} = -\text{grad} P \end{array}$$

4. Обозначая посредством  $S$  энтропию, отнесенную к единице массы жидкости, мы можем выразить адиабатичность движения уравнением:

$$\begin{array}{ll} \text{а) } \frac{dS}{dt} = 0 & \text{б) } \frac{dS}{dt} \neq 0 \\ \text{в) } \frac{dS}{dt} = \text{grad} S & \text{г) } \frac{dS}{dx} = \rho \end{array}$$

5. Уравнение непрерывности для энтропии имеет вид:

$$\begin{array}{ll} \text{а) } \frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div}(\rho S \vartheta) = 0 & \text{б) } \frac{\partial(\rho S)}{\partial t} + \text{div}(\rho S \vartheta) = 0 \\ \text{в) } \frac{\partial(\rho S)}{\partial t} + \text{div}(\rho S \vartheta) = \text{const} & \text{г) } \frac{\partial(\rho S)}{\partial t} + \text{rot}(\rho S \vartheta) = 0 \end{array}$$

#### **7.2.4. Тематика контрольных работ.**

1. Динамика системы материальных точек.
2. 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.
6. Уравнение непрерывности, уравнение Эйлера.
7. Уравнение Бернулли.
8. Гидростатика.
9. Уравнение движения вязкой жидкости (уравнение Навье – Стокса).
10. Уравнение движения несжимаемой жидкости.

11. Основные уравнения теории упругости.

12. . Сферические звуковые волны. Отражение звуковых волн.

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

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся 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.**

*а) основная литература:*

1. Н.И. Ольховский. Курс теоретической механики для физиков. - М.: Лань, 2012.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М.: Наука. 1986. 736 с.

3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория упругости. М.: Наука. 1987. 248 с.
4. Седов Л.И. «Механика сплошной среды», (4-ое изд.) М., Наука. Том I-1983г. Том II-1984г, (528 стр.;560стр.)
5. Н.И. Ольховский, Ю.Г. Павленко, Л.С. Кузьменков. Задачи по теоретической механике для физиков.- М.: Лань, 2008.
6. И.В. Мещерский. Сборник задач по теоретической механике. — СПб.: Лань, 2010.
7. 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.