

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: ЧУМАЧЕНКО ТАТЬЯНА АЛЕКСАНДРОВНА  
Должность: РЕКТОР  
Дата подписания: 24.10.2022 14:01:24  
Уникальный программный ключ:  
9c9f7aaffa4840d284abe156657b8f85432bdb16



**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  
**ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**  
**(ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА)**

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В	<b>Основы теоретической физики (классическая механика)</b>

Код направления подготовки	44.03.05
Направление подготовки	Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Физика. Математика
Уровень образования	бакалавр
Форма обучения	очная

Разработчики:

Должность	Учёная степень, звание	Подпись	ФИО
Доцент	кандидат физико-математических наук, доцент		Свирская Людмила Моисеевна

Рабочая программа рассмотрена и одобрена (обновлена) на заседании кафедры (структурного подразделения)

Кафедра	Заведующий кафедрой	Номер протокола	Дата протокола	Подпись
Кафедра физики и методики обучения физике	Беспаль Ирина Ивановна	10	15.06.2019	
Кафедра физики и методики обучения физике	Беспаль Ирина Ивановна	1	10.09.2020	

**Раздел 1. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения образовательной программы с указанием этапов их формирования**

Таблица 1 - Перечень компетенций, с указанием образовательных результатов в процессе освоения дисциплины (в соответствии с РПД)

<b>Формируемые компетенции</b>		<b>Планируемые образовательные результаты по дисциплине</b>		
<b>Индикаторы ее достижения</b>		<b>знатъ</b>	<b>уметь</b>	<b>владеть</b>
ПК-1 способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по преподаваемому предмету в профессиональной деятельности				
ПК.1.1 Знает содержание, особенности и современное состояние, понятия и категории, тенденции развития соответствующей профилю научной (предметной) области; закономерности, определяющие место соответствующей науки в общей картине мира; принципы проектирования и реализации общего и (или) дополнительного образования по предмету в соответствии с профилем обучения	3.1 основные положения и принципы фундаментальных физических теорий; механические законы и явления			
ПК.1.2 Умеет применять базовые научно-теоретические знания по предмету и методы исследования в предметной области; осуществляет отбор содержания, методов и технологий обучения предмету (предметной области) в различных формах организации образовательного процесса		У.1 анализировать содержание физических теорий и законов, выводить и решать основные уравнения, описывающие механическое движение, вскрывать их физический смысл.		
ПК.1.3 Владеет практическими навыками в предметной области, методами базовых научно-теоретических представлений для решения профессиональных задач				В.1 методами решения задач ньютонаской и аналитической механики, способами изложения изучаемых вопросов на доступном для обучающихся уровне, проектировать содержание изучаемой дисциплины на школьный курс физики.

Компетенции связаны с дисциплинами и практиками через матрицу компетенций согласно таблице 2.

Таблица 2 - Компетенции, формируемые в результате обучения

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Вес дисциплины в формировании компетенции (100 / количество дисциплин, практик)</b>
Составляющая учебного плана (дисциплины, практики, участвующие в формировании компетенции)	
ПК-1 способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по преподаваемому предмету в профессиональной деятельности	

Дискретная математика	2,38
Математическая логика	2,38
Математический анализ	2,38
Численные методы	2,38
производственная практика (преддипломная)	2,38
Электротехника	2,38
Алгебра	2,38
Астрономия	2,38
Геометрия	2,38
Математическая физика	2,38
Методика обучения и воспитания (математика)	2,38
Методика обучения и воспитания (физика)	2,38
Общая и экспериментальная физика (квантовая физика)	2,38
Общая и экспериментальная физика (механика)	2,38
Общая и экспериментальная физика (оптика)	2,38
Общая и экспериментальная физика (электричество и магнетизм)	2,38
Основания геометрии	2,38
Основы теоретической физики (квантовая механика)	2,38
<b>Основы теоретической физики (классическая механика)</b>	<b>2,38</b>
Основы теоретической физики (статистическая физика и термодинамика)	2,38
Основы теоретической физики (СТО)	2,38
Основы теоретической физики (физика атомного ядра и элементарных частиц)	2,38
Основы теоретической физики (физика твердого тела)	2,38
Основы теоретической физики (электродинамика)	2,38
Теория чисел	2,38
Школьный физический кабинет	2,38
Элементарная математика	2,38
Вводный курс математики	2,38
Дифференциальные уравнения	2,38
Практикум по тригонометрии	2,38
Практикум по элементарной алгебре	2,38
Практикум по элементарной геометрии	2,38
Проективная геометрия	2,38
Методы статистической обработки информации	2,38
Образовательная электроника	2,38
Общая и экспериментальная физика (молекулярная)	2,38
Основы электроники	2,38
Теория функций комплексного и действительного переменного	2,38
учебная практика (по математике)	2,38
учебная практика (по физике)	2,38
учебная практика (проектно-исследовательская)	2,38
Химия	2,38

Таблица 3 - Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП

Код компетенции	Этап базовой подготовки	Этап расширения и углубления подготовки	Этап профессионально-практической подготовки
-----------------	-------------------------	---	--

ПК-1	<p><b>Дискретная математика,</b>  <b>Математическая логика,</b>  <b>Математический анализ,</b>  <b>Численные методы,</b>  <b>производственная практика</b>  <b>(преддипломная),</b>  <b>Электротехника, Алгебра,</b>  <b>Астрономия, Геометрия,</b>  <b>Математическая физика,</b>  <b>Методика обучения и воспитания (математика),</b>  <b>Методика обучения и воспитания (физика),</b>  <b>Общая и экспериментальная физика (квантовая физика), Общая и экспериментальная физика (механика), Общая и экспериментальная физика (оптика), Общая и экспериментальная физика (электричество и магнетизм), Основания геометрии, Основы теоретической физики (квантовая механика), Основы теоретической физики (классическая механика), Основы теоретической физики (статистическая физика и термодинамика), Основы теоретической физики (СТО), Основы теоретической физики (физика атомного ядра и элементарных частиц), Основы теоретической физики (физика твердого тела), Основы теоретической физики (электродинамика), Теория чисел, Школьный физический кабинет,</b>  <b>Элементарная математика,</b>  <b>Вводный курс математики,</b>  <b>Дифференциальные уравнения, Практикум по тригонометрии,</b>  <b>Практикум по элементарной алгебре,</b>  <b>Практикум по элементарной геометрии,</b>  <b>Проективная геометрия,</b>  <b>Методы статистической обработки информации,</b>  <b>Образовательная электроника, Общая и экспериментальная физика (молекулярная),</b>  <b>Основы электроники,</b>  <b>Теория функций комплексного и действительного переменного, учебная практика (по математике),</b>  <b>учебная практика (по физике), учебная практика</b></p>		<p>производственная практика (преддипломная), учебная практика (по математике), учебная практика (по физике), учебная практика (проектно-исследовательская )</p>
------	--	--	--



**Раздел 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Таблица 4 - Показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования в процессе освоения учебной дисциплины (в соответствии с РПД)

№	Раздел		
Формируемые компетенции			
Показатели сформированности (в терминах «знать», «уметь», «владеть»)		Виды оценочных средств	
1	Кинематика		
	ПК-1		
		Знать основные положения и принципы фундаментальных физических теорий; механические законы и явления	Коллоквиум
		Уметь анализировать содержание физических теорий и законов, выводить и решать основные уравнения, описывающие механическое движение, вскрывать их физический смысл.	Коллоквиум Конспект по теме
		Владеть методами решения задач ньютоновской и аналитической механики, способами изложения изучаемых вопросов на доступном для обучающихся уровне, проектировать содержание изучаемой дисциплины на школьный курс физики.	Задача Расчетно-графическая работа
2	Динамика		
	ПК-1		
		Знать основные положения и принципы фундаментальных физических теорий; механические законы и явления	Коллоквиум
		Уметь анализировать содержание физических теорий и законов, выводить и решать основные уравнения, описывающие механическое движение, вскрывать их физический смысл.	Коллоквиум Конспект по теме
		Владеть методами решения задач ньютоновской и аналитической механики, способами изложения изучаемых вопросов на доступном для обучающихся уровне, проектировать содержание изучаемой дисциплины на школьный курс физики.	Задача Расчетно-графическая работа
3	Аналитическая механика		
	ПК-1		
		Знать основные положения и принципы фундаментальных физических теорий; механические законы и явления	Коллоквиум Конспект по теме Контрольная работа по разделу/теме
		Уметь анализировать содержание физических теорий и законов, выводить и решать основные уравнения, описывающие механическое движение, вскрывать их физический смысл.	Коллоквиум
		Владеть методами решения задач ньютоновской и аналитической механики, способами изложения изучаемых вопросов на доступном для обучающихся уровне, проектировать содержание изучаемой дисциплины на школьный курс физики.	Задача Контрольная работа по разделу/теме

Таблица 5 - Описание уровней и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Код	Содержание компетенции			
Уровни освоения компетенции	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая оценка)	% освоения (рейтинговая оценка)
ПК-1	ПК-1 способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по преподаваемому предмету в профессиональной деят...			

**Раздел 3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

**1. Оценочные средства для текущего контроля**

Раздел: Кинематика

***Задания для оценки знаний***

**1. Коллоквиум:**

I. Проверка знания основных формул:

1. Преобразования Галилея.
2. Нормальное ускорение и тангенциальное ускорение.
3. Теорема сложения скоростей.
4. Теорема сложения ускорений.
5. Формула Эйлера. Формулы Пуассона.

II. Собеседование по теоретическим вопросам:

1. Пространство и время в классической механике. Системы отсчёта.
  2. Преобразования Галилея и их кинематические следствия. Принцип относительности Галилея
  3. Простейшие виды движения, их кинематические характеристики, уравнения движения:
    - a) прямолинейное равномерное,
    - b) равнопеременное движение,
    - v) движение по окружности. Угловая скорость, угловое ускорение.
  4. Формулы Эйлера и Пуассона для вращательного движения.
  5. Теорема сложения скоростей.
  6. Теорема сложения ускорений (теорема Кориолиса).
- III. Проверка конспекта самостоятельной работы № 1.

***Задания для оценки умений***

**1. Коллоквиум:**

I. Проверка знания основных формул:

1. Преобразования Галилея.
2. Нормальное ускорение и тангенциальное ускорение.
3. Теорема сложения скоростей.
4. Теорема сложения ускорений.
5. Формула Эйлера. Формулы Пуассона.

II. Собеседование по теоретическим вопросам:

1. Пространство и время в классической механике. Системы отсчёта.
  2. Преобразования Галилея и их кинематические следствия. Принцип относительности Галилея
  3. Простейшие виды движения, их кинематические характеристики, уравнения движения:
    - a) прямолинейное равномерное,
    - b) равнопеременное движение,
    - v) движение по окружности. Угловая скорость, угловое ускорение.
  4. Формулы Эйлера и Пуассона для вращательного движения.
  5. Теорема сложения скоростей.
  6. Теорема сложения ускорений (теорема Кориолиса).
- III. Проверка конспекта самостоятельной работы № 1.

**2. Конспект по теме:**

Графический анализ зависимостей  $S(t), v(t)$  для равномерного прямолинейного движения.

Графический анализ зависимостей  $S(t), v(t), a(t)$  для равнопеременного движения (равноускоренного и равнозамедленного).

Свободное падение тела без начальной скорости (закон движения, время падения, зависимость скорости от высоты падения).

Движение тела, брошенного под углом к горизонту (уравнение траектории, время подъема и время падения, дальность полёта, максимальная высота подъема).

***Задания для оценки владений***

## **1. Задача:**

Вычисление кинематических характеристик движения.

Расчёт параболы безопасности.

Решение задач раздела "Кинематика" из сборника И.В. Мещерского.

## **2. Расчетно-графическая работа:**

Рассчитать основные кинематические характеристики эллипсографа.

Построить траекторию, определить скорость и ускорение (нормальное и тангенциальное), радиус кривизны в выбранных точках траектории. Письменно ответить на контрольные вопросы.

Расчетно-графическая работа "Кинематика эллипсографа".

Раздел: Динамика

### ***Задания для оценки знаний***

#### **1. Коллоквиум:**

Коллоквиум № 1

I. Проверка знания основных формул:

1. Теорема об изменении и сохранении импульса материальной точки
2. Теорема об изменении и сохранении импульса системы точек.
3. Теорема об изменении и сохранении момента импульса материальной точки и системы материальных точек.
4. Теорема об изменении и сохранении момента импульса системы материальных точек.
5. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки и системы точек.
6. Теорема о движении центра масс.
7. Теорема Кёнига.

II. Собеседование по теоретическим вопросам:

1. Понятие о силе и массе.
2. Законы Ньютона. Принцип причинности в классической механике.
3. Теоремы динамики материальной точки (теоремы об изменении и сохранении импульса, момента импульса, изменении кинетической энергии).
4. Теоремы динамики механической системы:
  - а) теорема об изменении и сохранении импульса системы частиц;
  - б) теорема об изменении и сохранении момента импульса системы;
  - в) теорема об изменении кинетической энергии и закон сохранения энергии механической системы;
  - г) теорема о движении центра инерции (центра масс);
  - д) теорема Кёнига о кинетической энергии механической системы.

III. Проверка конспекта самостоятельной работы № 1.

Коллоквиум № 2

I. Проверка знания основных формул:

1. Приведённая масса.
2. Уравнение движения фиктивной частицы с приведённой массой в центрально-симметричном поле.
3. Секториальная скорость и её связь с моментом импульса.
4. Кинетическая энергия в полярной системе координат.
5. Момент импульса в полярной системе координат.
6. Одномерный эффективный потенциал.
7. I закон Кеплера (уравнение конического сечения).
8. Закон сохранения момента импульса в форме теоремы площадей. (II закон Кеплера).
9. III закон Кеплера.
10. Формула Резерфорда для дифференциального эффективного сечения рассеяния.

II. Собеседование по теоретическим вопросам:

1. Что такое интеграл уравнения движения? Первый и второй интеграл движения. Покажите, что при одномерном движении механической системы в потенциальном силовом поле энергия является первым интегралом уравнения движения.
2. Что такое точки поворота и классически разрешенные области движения? Приведите графическую иллюстрацию разрешенных и запрещенных областей движения с учетом потенциальной ямы и потенциального барьера.
3. Что называется задачей двух тел? Докажите теорему: задача о движении двух частиц относительно их общего центра масс С сводится к эквивалентной задаче о движении фиктивной частицы с приведенной массой во внешнем центрально-симметричном поле с центром, находящимся в точке С. Рассмотрите частные случаи движения системы двух частиц в зависимости от соотношения их масс.

4. Перечислите интегралы движения в поле центральных сил. Дайте геометрическую интерпретацию сохранения момента импульса. Покажите, что из закона сохранения момента импульса непосредственно вытекает второй закон Кеплера.
  5. Получите выражение для одномерного эффективного потенциала. Что такое центробежный потенциал, чем обусловлено такое название? Запишите уравнение траектории частицы в центрально-симметричном поле в общем виде (связь между  $\phi$  и  $r$ ).
  6. Что такая задача Кеплера? Запишите уравнение конического сечения и проанализируйте возможные траектории в поле притяжения.
  7. Сформулируйте законы движения планет, открытые немецким астрономом И. Кеплером.
- III. Проверка выполнения заданий самостоятельной работы № 2.

### **Задания для оценки умений**

#### **1. Коллоквиум:**

Коллоквиум № 1

I. Проверка знания основных формул:

1. Теорема об изменении и сохранении импульса материальной точки
  2. Теорема об изменении и сохранении импульса системы точек.
  3. Теорема об изменении и сохранении момента импульса материальной точки и системы материальных точек.
  4. Теорема об изменении и сохранении момента импульса системы материальных точек.
  5. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки и системы точек.
  6. Теорема о движении центра масс.
  7. Теорема Кёнига.
- II. Собеседование по теоретическим вопросам:
1. Понятие о силе и массе.
  2. Законы Ньютона. Принцип причинности в классической механике.
  3. Теоремы динамики материальной точки (теоремы об изменении и сохранении импульса, момента импульса, изменениях кинетической энергии).
  4. Теоремы динамики механической системы:
    - а) теорема об изменении и сохранении импульса системы частиц;
    - б) теорема об изменении и сохранении момента импульса системы;
    - в) теорема об изменении кинетической энергии и закон сохранения энергии механической системы;
    - г) теорема о движении центра инерции (центра масс);
    - д) теорема Кёнига о кинетической энергии механической системы.
- III. Проверка конспекта самостоятельной работы № 1.

Коллоквиум № 2

I. Проверка знания основных формул:

1. Приведённая масса.
2. Уравнение движения фиктивной частицы с приведённой массой в центрально-симметричном поле.
3. Секториальная скорость и её связь с моментом импульса.
4. Кинетическая энергия в полярной системе координат.
5. Момент импульса в полярной системе координат.
6. Одномерный эффективный потенциал.
7. I закон Кеплера (уравнение конического сечения).
8. Закон сохранения момента импульса в форме теоремы площадей. (II закон Кеплера).
9. III закон Кеплера.
10. Формула Резерфорда для дифференциального эффективного сечения рассеяния.

II. Собеседование по теоретическим вопросам:

1. Что такое интеграл уравнения движения? Первый и второй интеграл движения. Покажите, что при одномерном движении механической системы в потенциальном силовом поле энергия является первым интегралом уравнения движения.
2. Что такое точки поворота и классически разрешенные области движения? Приведите графическую иллюстрацию разрешенных и запрещенных областей движения с учетом потенциальной ямы и потенциального барьера.
3. Что называется задачей двух тел? Докажите теорему: задача о движении двух частиц относительно их общего центра масс С сводится к эквивалентной задаче о движении фиктивной частицы с приведенной массой во внешнем центрально-симметричном поле с центром, находящимся в точке С. Рассмотрите частные случаи движения системы двух частиц в зависимости от соотношения их масс.

4. Перечислите интегралы движения в поле центральных сил. Дайте геометрическую интерпретацию сохранения момента импульса. Покажите, что из закона сохранения момента импульса непосредственно вытекает второй закон Кеплера.
  5. Получите выражение для одномерного эффективного потенциала. Что такое центробежный потенциал, чем обусловлено такое название? Запишите уравнение траектории частицы в центрально-симметричном поле в общем виде (связь между  $\phi$  и  $r$ ).
  6. Что такая задача Кеплера? Запишите уравнение конического сечения и проанализируйте возможные траектории в поле притяжения.
  7. Сформулируйте законы движения планет, открытые немецким астрономом И. Кеплером.
- III. Проверка выполнения заданий самостоятельной работы № 2.

## **2. Конспект по теме:**

1. Частные случаи интегрирования уравнений движения материальной точки.
2. Качественное исследование движения частицы в центрально-симметричном поле:
  - 1) слабо сингулярное поле притяжения,
  - 2) сильно сингулярное поле притяжения,
  - 3) движение частицы в поле отталкивания.

### ***Задания для оценки владений***

#### **1. Задача:**

Задачи из сборника задач И.В. Мещерского на применение теорем динамики материальной точки и системы материальных точек:

- 1) теорема об изменении и сохранении импульса,
- 2) теорема об изменении и сохранении момента импульса,
- 3) теорема об изменении и сохранении энергии,
- 4) теорема о движении центра масс.

#### **2. Расчетно-графическая работа:**

Движение в НИСО.

Земля как НИСО. Определение величины и направления ускорения Кориолиса.

Расчет центробежного и кориолисового ускорений для планет Солнечной системы.

Зависимость ускорения свободного падения от широты.

Отклонение траектории свободно падающего тела от вертикали.

Расчет периода поворота плоскости качания маятника Фуко для разной географической широты.

Объяснение полученных результатов. Письменный ответ на контрольные вопросы.

Раздел: Аналитическая механика

### ***Задания для оценки знаний***

#### **1. Коллоквиум:**

Часть 1. Проверка знания основных формул.

1. Принцип Даламбера.
2. Принцип виртуальных перемещений
  - а) в статике, для равновесия механической системы;
  - б) динамический принцип Даламбера-Лагранжа (общее или универсальное уравнение динамики).
3. Функция Лагранжа. Уравнение Лагранжа II рода (две формы).
4. Действие (определение). Укороченное действие.
5. Вариационный принцип Гамильтона.
6. Функция Гамильтона (две формы)
7. Канонические уравнения Гамильтона.
8. Уравнение Гамильтона-Якоби.
9. Скобки Пуассона.
10. Уравнение свободных колебаний линейного гармонического осциллятора.

Часть 2. Доклады по избранным вопросам:

1. Метод Лагранжа. Функция Лагранжа и уравнение Лагранжа в обобщённых координатах.
2. Метод Гамильтона. Действие и принцип наименьшего действия. Функция Гамильтона. Канонические уравнения Гамильтона. Скобки Пуассона.

3. Три формы классической механики. Преимущества гамильтонова формализма.
  4. Функция Гамильтона и уравнения движения на примере математического маятника (разбор задачи № 49.7). Почему ньютоновская механика не стала основой для построения квантовой механики?
  5. Оптико-механическая аналогия Гамильтона и её роль в создании квантовой механики.
- Часть 3. Проверка выполнения письменных заданий самостоятельной работы № 3.

## **2. Конспект по теме:**

1. Вывести уравнения Лагранжа из принципа наименьшего действия.
2. Доказать теорему вириала для случая движения электрона в поле атомного ядра.
3. Найти функцию Лагранжа двойного плоского маятника в однородном поле тяжести.
4. Найти функцию Лагранжа плоского маятника с массой  $m_2$ , точка подвеса которого (с массой  $m_1$  в ней) может совершать движение по горизонтальной прямой.
5. Что такое нормальные (или независимые) координаты и для чего они вводятся в теории малых колебаний систем со многими степенями свободы?

## **3. Контрольная работа по разделу/теме:**

### I. Теоретическая часть

1. Проведите сравнение двух методов построения механики (Ньютона и Лагранжа).
2. Сформулируйте фундаментальные вариационные принципы.
3. Что называется действием в классической механике? Какова его размерность?
4. Запишите основные формулы гамильтоновой механики (канонические уравнения Гамильтона; функция Гамильтона; классические скобки Пуассона; уравнение Гамильтона-Якоби).
5. Установите связь законов сохранения в механике со свойствами симметрии пространства и времени в соответствии с теоремой Э. Нётер. Что такое циклические координаты?

### II. Задача

На конце тонкого однородного стержня длиной  $\ell$  и массой  $m_1$  находится шарик массой  $m_2$ , который можно принять за материальную точку. К стержню прикреплены две пружины одинаковой длины и с одинаковым коэффициентом жёсткости  $k$  на расстоянии  $h$  от его верхнего конца. Противоположные концы пружин закреплены. Найти циклическую частоту  $\omega$  и период  $T_0$  малых свободных колебаний маятника.

## **Задания для оценки умений**

### **1. Коллоквиум:**

Часть 1. Проверка знания основных формул.

1. Принцип Даламбера.
2. Принцип виртуальных перемещений
  - а) в статике, для равновесия механической системы;
  - б) динамический принцип Даламбера-Лагранжа (общее или универсальное уравнение динамики).
3. Функция Лагранжа. Уравнение Лагранжа II рода (две формы).
4. Действие (определение). Укороченное действие.
5. Вариационный принцип Гамильтона.
6. Функция Гамильтона (две формы)
7. Канонические уравнения Гамильтона.
8. Уравнение Гамильтона-Якоби.
9. Скобки Пуассона.
10. Уравнение свободных колебаний линейного гармонического осциллятора.

Часть 2. Доклады по избранным вопросам:

1. Метод Лагранжа. Функция Лагранжа и уравнение Лагранжа в обобщённых координатах.
  2. Метод Гамильтона. Действие и принцип наименьшего действия. Функция Гамильтона. Канонические уравнения Гамильтона. Скобки Пуассона.
  3. Три формы классической механики. Преимущества гамильтонова формализма.
  4. Функция Гамильтона и уравнения движения на примере математического маятника (разбор задачи № 49.7). Почему ньютоновская механика не стала основой для построения квантовой механики?
  5. Оптико-механическая аналогия Гамильтона и её роль в создании квантовой механики.
- Часть 3. Проверка выполнения письменных заданий самостоятельной работы № 3.

## **Задания для оценки владений**

### **1. Задача:**

Исследование движения механической системы с помощью основных принципов аналитической механики (принцип Даламбера, принцип виртуальных перемещений, принцип Даламбера-Лагранжа) и уравнений в обобщённых координатах.

Решение задач из сборника И.В. Мещерского.

Рисунки для задач по разделу "Аналитическая механика" - в присоединённых файлах:

IMG\_20201109\_0003;

IMG\_20201109\_0004.

## 2. Контрольная работа по разделу/теме:

### I. Теоретическая часть

1. Проведите сравнение двух методов построения механики (Ньютона и Лагранжа).

2. Сформулируйте фундаментальные вариационные принципы.

3. Что называется действием в классической механике? Какова его размерность?

4. Запишите основные формулы гамильтоновой механики (канонические уравнения Гамильтона; функция Гамильтона; классические скобки Пуассона; уравнение Гамильтона-Якоби).

5. Установите связь законов сохранения в механике со свойствами симметрии пространства и времени в соответствии с теоремой Э. Нёттер. Что такое циклические координаты?

### II. Задача

На конце тонкого однородного стержня длиной  $\ell$  и массой  $m_1$  находится шарик массой  $m_2$ , который можно принять за материальную точку. К стержню прикреплены две пружины одинаковой длины и с одинаковым коэффициентом жёсткости  $k$  на расстоянии  $h$  от его верхнего конца. Противоположные концы пружин закреплены. Найти циклическую частоту  $\omega$  и период  $T_0$  малых свободных колебаний маятника.

## 2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

### 1. Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Пространство и время в классической механике.
2. Кинематические способы задания движения точки (естественный, координатный, векторный).
3. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея.
4. Теорема сложения скоростей.
5. Теорема сложения ускорений.
6. Понятие о силе и массе.
7. Первый закон Ньютона.
8. Второй закон Ньютона.
9. Третий закон Ньютона.
10. Принцип причинности в классической механике.
11. Интегралы движения. Законы сохранения импульса, момента импульса и энергии материальной точки.
12. Законы сохранения импульса, момента импульса и энергии системы частиц.
13. Теорема о движении центра инерции.
14. Теорема Кёнига.
15. Задача двух тел. Приведённая масса.
16. Движение частицы в поле центральных сил. Качественное исследование движения в центрально-симметричном поле.
17. Теорема о вириале.
18. Задача Кеплера.
19. Основы классической теории рассеяния. Сечение рассеяния. Формула Резерфорда.
20. Столкновения частиц. Диаграммы столкновений.
21. Классификация связей несвободной механической системы.
22. Принцип Даламбера.
23. Принцип виртуальных перемещений.
24. Принцип Даламбера-Лагранжа.
25. Уравнения Лагранжа I рода. Метод неопределённых множителей Лагранжа.
26. Уравнения Лагранжа в обобщённых координатах (уравнения Лагранжа II рода).
27. Связь законов сохранения со свойствами симметрии пространства и времени. Теорема Нёттер.
28. Циклические координаты.
29. Функция действия. Интегральный вариационный принцип Гамильтона-Остроградского.
30. Кинетическая энергия как квадратичная функция обобщённых скоростей.

31. Уравнения Гамильтона.
32. Сравнение трёх методов построения классической механики (Ньютона, Лагранжа, Гамильтона).
33. Функция Гамильтона.
34. Скобки Пуассона.
35. Действие как функция координат и времени.
36. Уравнение Гамильтона-Якоби.
37. Оптико-механическая аналогия Гамильтона. Классическая механика как предельный случай квантовой механики.
38. Малые свободные колебания одномерной механической системы. Линейный гармонический осциллятор (ЛГО).
39. Вынужденные колебания ЛГО.
40. Колебания систем со многими степенями свободы. Понятие о нормальных колебаниях.

Практические задания:

1. Через блок массой  $m$  и радиусом  $R$ , который может вращаться вокруг горизонтальной оси  $O$ , перекинута нерастяжимая нить. Один конец нити прикреплён к пружине с коэффициентом жесткости  $k$ , а к другому её концу прикреплён груз массой  $m_1$ . Грузу, первоначально находящемуся в состоянии покоя, сообщается начальная скорость  $v_0$ , направленная вниз. Получить дифференциальное уравнение движения, а затем найти циклическую частоту  $\omega$  и период  $T_0$  малых свободных колебаний системы. Массами пружины, нити и трением пренебречь. Скольжение нити отсутствует. Считать блок однородным диском.

## **Раздел 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

1. Для текущего контроля используются следующие оценочные средства:

### **1. Задача**

Задачи позволяют оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Алгоритм решения задач:

1. Внимательно прочтите условие задания и уясните основной вопрос, представьте процессы и явления, описанные в условии.
2. Повторно прочтите условие для того, чтобы чётко представить основной вопрос, проблему, цель решения, заданные величины, опираясь на которые можно вести поиск решения.
3. Произведите краткую запись условия задания.
4. Если необходимо, составьте таблицу, схему, рисунок или чертёж.
5. Установите связь между искомыми величинами и данными; определите метод решения задания, составьте план решения.
6. Выполните план решения, обосновывая каждое действие.
7. Проверьте правильность решения задания.
8. Произведите оценку реальности полученного решения.
9. Запишите ответ.

### **2. Коллоквиум**

Коллоквиум - вид учебно-теоретических занятий, представляющий собой групповое обсуждение под руководством преподавателя достаточно широкого круга проблем, например, относительно самостоятельного большого раздела лекционного курса.

Подготовка к данному виду учебных занятий осуществляется в следующем порядке: преподаватель дает список вопросов, ответы на которые следует получить при изучении определенного перечня научных источников; студентам во внеаудиторное время необходимо прочитать специальную литературу, выписать из нее ответы на вопросы, которые будут обсуждаться на коллоквиуме, мысленно сформулировать свое мнение по каждому из вопросов, которое они высажут на занятии.

### **3. Конспект по теме**

Конспект – это систематизированное, логичное изложение материала источника.

Различаются четыре типа конспектов.

План-конспект – это развернутый детализированный план, в котором достаточно подробные записи приводятся по тем пунктам плана, которые нуждаются в пояснении.

Текстуальный конспект – это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника.

Свободный конспект – это четко и кратко сформулированные (изложенные) основные положения в результате глубокого осмысливания материала. В нем могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом.

Тематический конспект – составляется на основе изучения ряда источников и дает более или менее исчерпывающий ответ по какой-то теме (вопросу).

В процессе изучения материала источника, составления конспекта нужно обязательно применять различные выделения, подзаголовки, создавая блочную структуру конспекта. Это делает конспект легко воспринимаемым, удобным для работы.

Этапы выполнения конспекта:

1. определить цель составления конспекта;
2. записать название текста или его части;
3. записать выходные данные текста (автор, место и год издания);
4. выделить при первичном чтении основные смысловые части текста;
5. выделить основные положения текста;
6. выделить понятия, термины, которые требуют разъяснений;
7. последовательно и кратко изложить своими словами существенные положения изучаемого материала;
8. включить в запись выводы по основным положениям, конкретным фактам и примерам (без подробного описания);
9. использовать приемы наглядного отражения содержания (абзацы «ступеньками», различные способы подчеркивания, шрифт разного начертания, ручки разного цвета);
10. соблюдать правила цитирования (цитата должна быть заключена в кавычки, дана ссылка на ее источник, указана страница).

#### **4. Контрольная работа по разделу/теме**

Контрольная работа выполняется с целью проверки знаний и умений, полученных студентом в ходе лекционных и практических занятий и самостоятельного изучения дисциплины. Написание контрольной работы призвано установить степень усвоения студентами учебного материала раздела/темы и формирования соответствующих компетенций.

Подготовку к контрольной работе следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данному разделу/теме и конспектов лекций.

Контрольная работа выполняется студентом в срок, установленный преподавателем в письменном (печатном или рукописном) виде.

При оформлении контрольной работы следует придерживаться рекомендаций, представленных в документе «Регламент оформления письменных работ».

#### **5. Расчетно-графическая работа**

Расчетно-графическая работа (РГР) – это самостоятельное исследование, которое направлено на выработку навыков практического выполнения технико-экономических расчетов. Цель расчетно-графической работы – закрепление теоретических знаний по дисциплине, формирование практических навыков по определению оптимального варианта организации взаимодействия.

Составляющие РГР:

- Приведение аргументов в пользу выбранной темы;
- Представление объекта исследования и его характеристик;
- Расчеты;
- Графическое отображение данных;
- Выводы и рекомендации.

Элементы структуры РГР:

- Оглавление
- Задание
- Исходные данные
- Практические решения
- Выводы
- Список литературы.

#### **2. Описание процедуры промежуточной аттестации**

Оценка за зачет/экзамен может быть выставлена по результатам текущего рейтинга. Текущий рейтинг – это результаты выполнения практических работ в ходе обучения, контрольных работ, выполнения заданий к лекциям (при наличии) и др. видов заданий.

Результаты текущего рейтинга доводятся до студентов до начала экзаменационной сессии.

Экзамен преследует цель оценить работу обучающегося за определенный курс: полученные теоретические знания, их прочность, развитие логического и творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умения анализировать и синтезировать полученные знания и применять их для решения практических задач.

Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, утвержденным заведующим кафедрой (или в форме компьютерного тестирования). Экзаменационный билет включает в себя два вопроса и задачи. Формулировка вопросов совпадает с формулировкой перечня вопросов, доведенного до сведения обучающихся не позднее чем за один месяц до экзаменационной сессии.

В процессе подготовки к экзамену организована предэкзаменационная консультация для всех учебных групп.

При любой форме проведения экзаменов по билетам экзаменатору предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы, задачи и примеры по программе данной дисциплины. Дополнительные вопросы также, как и основные вопросы билета, требуют развернутого ответа.