

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: ЧУМАЧЕНКО ТАТЬЯНА АЛЕКСАНДРОВНА  
Должность: РЕКТОР  
Дата подписания: 24.06.2022 11:44:40  
Уникальный программный ключ:  
9c9f7aaffa4840d284abe156657b8f85432bdb16



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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В	Основы теоретической физики (классическая механика)

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	

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Пояснительная записка .....	3
2. Трудоемкость дисциплины (модуля) и видов занятий по дисциплине (модулю) .....	5
3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий .....	6
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	11
5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) .....	12
6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	18
7. Перечень образовательных технологий .....	20
8. Описание материально-технической базы .....	21

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Дисциплина «Основы теоретической физики (классическая механика)» относится к модулю части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины/модули» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» (уровень образования бакалавр). Дисциплина является дисциплиной по выбору.

1.2 Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 час.

1.3 Изучение дисциплины «Основы теоретической физики (классическая механика)» основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися следующих дисциплин: «Математическая физика», «Математический анализ», «Общая и экспериментальная физика (механика)».

1.4 Дисциплина «Основы теоретической физики (классическая механика)» формирует знания, умения и компетенции, необходимые для освоения следующих дисциплин: «Основы теоретической физики (статистическая физика и термодинамика)», «Основы теоретической физики (квантовая механика)», «Основы теоретической физики (СТО)», «Основы теоретической физики (физика атомного ядра и элементарных частиц)», «Основы теоретической физики (физика твердого тела)», «Основы теоретической физики (электродинамика)».

1.5 Цель изучения дисциплины:

состоит в овладении совокупностью идей, фундаментальных принципов и законов, общих сведений о движении и взаимодействии материальных объектов в рамках механической составляющей физической картины мира.

1.6 Задачи дисциплины:

1) Теоретически обобщить знания студентов по разделу «Механика» курса ОЭФ, обеспечить глубокое понимание механической компоненты единой физической картины мира;

2) познакомить студентов с математическими методами исследования механического движения, применяемыми для решения конкретных задач;

3) сформировать фундамент, необходимый для изучения последующих разделов теоретической физики;

4) дать прочную теоретическую базу для квалифицированного преподавания механики в школьном курсе физики.

1.7 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы:

№ п/п	Код и наименование компетенции по ФГОС
Код и наименование индикатора достижения компетенции	
1	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
	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
	ПК.1.3 Владеет практическими навыками в предметной области, методами базовых научно-теоретических представлений для решения профессиональных задач

№ п/п	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательные результаты по дисциплине
1	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

2	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.
3	ПК.1.3 Владеет практическими навыками в предметной области, методами базовых научно-теоретических представлений для решения профессиональных задач	В.1 методами решения задач ньютоновской и аналитической механики, способами изложения изучаемых вопросов на доступном для обучающихся уровне, проектировать содержание изучаемой дисциплины на школьный курс физики.

**2. ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ВИДОВ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Наименование раздела дисциплины (темы)	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Итого часов
	Л	ЛЗ	ПЗ	СРС	
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>36</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>40</b>	<b>108</b>
<b>Первый период контроля</b>					
<i><b>Кинематика</b></i>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>16</b>
Кинематика материальной точки и системы точек	4	2	4	6	16
<i><b>Динамика</b></i>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>46</b>
Законы динамики Ньютона	6	8	6	10	30
Точно решаемые задачи классической механики	8	2		6	16
<i><b>Аналитическая механика</b></i>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>18</b>	<b>46</b>
Метод Лагранжа	8	8		8	24
Гамильтонова формулировка классической механики	10		2	10	22
Итого по видам учебной работы	36	20	12	40	108
<i><b>Форма промежуточной аттестации</b></i>					
Экзамен					36
<b>Итого за Первый период контроля</b>					<b>144</b>

**3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

**3.1 Лекции**

Наименование раздела дисциплины (модуля)/ Тема и содержание	Трудоемкость (кол-во часов)
<b>1. Кинематика</b>	<b>4</b>
<b>Формируемые компетенции, образовательные результаты:</b> ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), В.1 (ПК.1.3), У.1 (ПК.1.2)	
1.1. Кинематика материальной точки и системы точек Лекция 1. Введение. 1.Что такое теоретическая физика и её роль в науке и образовании. 2. Предмет и границы применимости классической механики. 3.Основные модели: материальная точка, система частиц, абсолютно твёрдое тело, сплошная среда. Пространство и время в классической механике. 4. Кинематические способы задания движения точки:естественный, координатный, векторный; 5.Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея Лекция 2. Кинематика поступательного и вращательного движения твёрдого тела. 1.Мгновенная угловая скорость, угловое ускорение. 2. Преобразование скорости и ускорения частицы при переходе к движущейся системе отсчёта. 2.1.Теорема сложения скоростей. 2.2. Теорема сложения ускорений.  Учебно-методическая литература: 1, 3, 4, 7 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: 1	4
<b>2. Динамика</b>	<b>14</b>
<b>Формируемые компетенции, образовательные результаты:</b> ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), В.1 (ПК.1.3), У.1 (ПК.1.2)	
2.1. Законы динамики Ньютона Лекция 3. Основы динамики Ньютона. 1.Масса и сила. 2.Законы Ньютона. 3.Частные случаи интегрирования уравнений движения. Лекция 4. Основные теоремы динамики частицы. 1.Интегралы движения. 2.Законы сохранения импульса, момента импульса и энергии. 3.Прямая и обратная задача динамики. Принцип причинности в классической механике. Лекция 5. Динамика системы частиц. 1.Законы сохранения импульса, момента импульса и энергии. 2.Теорема о движении центра инерции. 3.Теорема Кёнига.  Учебно-методическая литература: 1, 3, 4, 6, 7	6

<p>2.2. Точно решаемые задачи классической механики</p> <p>Лекция 6. Интегрирование уравнений движения.</p> <p>1. Одномерное движение.</p> <p>2. Задача двух тел. Приведённая масса.</p> <p>Лекции 7-8. Движение в поле центральных сил. Задача Кеплера.</p> <p>1. Одномерный эффективный потенциал.</p> <p>2. Качественное исследование движения в центрально-симметричном поле.</p> <p>3. Теорема вириала.</p> <p>1. Движение в кулоновском поле притяжения. Анализ траекторий.</p> <p>2. Движение в кулоновском поле отталкивания. Инфинитное движение.</p> <p>Лекция 9. Основы классической теории рассеяния.</p> <p>1. Постановка задачи о рассеянии частиц.</p> <p>2. Сечение рассеяния.</p> <p>3. Формула Резерфорда.</p>	8
Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 4, 6, 7	
<b>3. Аналитическая механика</b>	<b>18</b>
<p><b>Формируемые компетенции, образовательные результаты:</b></p> <p>ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), У.1 (ПК.1.2), В.1 (ПК.1.3)</p> <p>3.1. Метод Лагранжа</p> <p>Лекции 10-11. Движение несвободных механических систем</p> <p>1. Классификация связей.</p> <p>2. Виртуальные перемещения. Постулат идеальных связей.</p> <p>3. Принцип виртуальных перемещений. Обобщённые координаты.</p> <p>4. Принцип Даламбера. Общее уравнение динамики.</p> <p>5. Уравнения Лагранжа I рода. Метод неопределённых множителей Лагранжа.</p> <p>Лекция 12. Уравнения Лагранжа в обобщённых координатах (уравнения Лагранжа II рода)</p> <p>1. Вывод из принципа Даламбера.</p> <p>2. Примеры функции Лагранжа и уравнений Лагранжа.</p> <p>Лекция 13. Связь законов сохранения с симметрией пространства и времени. Теорема Нётер</p> <p>1. Связь закона сохранения энергии с однородностью времени.</p> <p>2. Циклические координаты. Сохранение обобщённых импульсов как следствие однородности пространства.</p> <p>3. Закон сохранения момента импульса как следствие изотропности пространства.</p>	8

Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 4, 5, 6

<p>3.2. Гамильтонова формулировка классической механики</p> <p>Лекция 14. Интегральный вариационный принцип Гамильтона-Остроградского</p> <p>1.Функция действия (действие). Принцип наименьшего действия.</p> <p>2.Вывод уравнений Лагранжа из принципа Гамильтона.</p> <p>3.Кинетическая энергия механической системы как квадратичная функция обобщённых скорост</p> <p>Лекция 15. Метод Гамильтона. Уравнения Гамильтона</p> <p>1.Канонические уравнения Гамильтона.</p> <p>2.Функция Гамильтона.</p> <p>3.Скобки Пуассона.</p> <p>4.Сравнение трёх методов построения классической механики (Ньютона, Лагранжа, Гамильтона).</p> <p>Лекция 16. Формализм Гамильтона как основа для построения волновой квантовой механики</p> <p>1.Действие как функция координат и времени.</p> <p>2.Уравнение Гамильтона- Якоби.</p> <p>3.Оптико-механическая аналогия.</p> <p>Лекция 17. Одномерные малые колебания</p> <p>1.Свободные колебания системы с одной степенью свободы вблизи положения устойчивого равновесия.</p> <p>2. Вынужденные колебания. Резонанс.</p> <p>Лекция 18. Свободные малые колебания систем с несколькими степенями свободы</p> <p>1.Функция Лагранжа для малых колебаний системы.</p> <p>2.Вековое уравнение.</p> <p>3.Нормальные координаты и нормальные колебания.</p>	10
---	----

Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

### 3.2 Лабораторные

Наименование раздела дисциплины (модуля)/ Тема и содержание	Трудоемкость (кол-во часов)
<b>1. Кинематика</b>	2
<p><b>Формируемые компетенции, образовательные результаты:</b></p> <p>ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), В.1 (ПК.1.3), У.1 (ПК.1.2)</p> <p>1.1. Кинематика материальной точки и системы точек</p> <p>Расчётно-графическая работа: кинематика эллипсографа.</p> <p>Учебно-методическая литература: 1, 3, 4, 7, 8</p>	2
<b>2. Динамика</b>	10
<p><b>Формируемые компетенции, образовательные результаты:</b></p> <p>ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), В.1 (ПК.1.3), У.1 (ПК.1.2)</p> <p>2.1. Законы динамики Ньютона</p> <p>Применение теорем:</p> <p>1) об изменении количества движения,</p> <p>2) момента импульса,</p> <p>3) кинетической энергии материальной точки и системы точек;</p> <p>4) о движении центра масс</p> <p>Учебно-методическая литература: 1, 3, 4, 7, 8</p>	8
<p>2.2. Точно решаемые задачи классической механики</p> <p>Расчётно-графическая работа «Движение в неинерциальных системах отсчета».</p> <p>Учебно-методическая литература: 1, 2, 4</p>	2
<b>3. Аналитическая механика</b>	8
<p><b>Формируемые компетенции, образовательные результаты:</b></p> <p>ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), У.1 (ПК.1.2), В.1 (ПК.1.3)</p> <p>3.1. Метод Лагранжа</p> <p>Принцип виртуальных перемещений (4 час.).</p> <p>Общее уравнение динамики (принцип Даламбера-Лагранжа) (2 час.).</p> <p>Уравнение Лагранжа 2 рода (2 час.).</p> <p>Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 4, 7, 8</p>	8

### 3.3 Практические

Наименование раздела дисциплины (модуля)/ Тема и содержание	Трудоемкость (кол-во часов)
<b>1. Кинематика</b>	<b>4</b>
<b>Формируемые компетенции, образовательные результаты:</b> ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), В.1 (ПК.1.3), У.1 (ПК.1.2)	
1.1. Кинематика материальной точки и системы точек Кинематика точки. Уравнения движения. Сложение движений.  Учебно-методическая литература: 1, 4, 8	4
<b>2. Динамика</b>	<b>6</b>
<b>Формируемые компетенции, образовательные результаты:</b> ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), В.1 (ПК.1.3), У.1 (ПК.1.2)	
2.1. Законы динамики Ньютона Определение сил по заданному движению. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Дифференциальные уравнения движения и их интегрирование  Учебно-методическая литература: 1, 3, 4, 8	6
<b>3. Аналитическая механика</b>	<b>2</b>
<b>Формируемые компетенции, образовательные результаты:</b> ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), У.1 (ПК.1.2), В.1 (ПК.1.3)	
3.1. Гамильтонова формулировка классической механики Итоговая контрольная работа, включающая вопросы теоретического характера и задачу на применение уравнения Лагранжа II рода. Учебно-методическая литература: 1, 2, 4, 7	2

### 3.4 СРС

Наименование раздела дисциплины (модуля)/ Тема для самостоятельного изучения	Трудоемкость (кол-во часов)
<b>1. Кинематика</b>	<b>6</b>
<b>Формируемые компетенции, образовательные результаты:</b> ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), В.1 (ПК.1.3), У.1 (ПК.1.2)	
1.1. Кинематика материальной точки и системы точек <b>Задание для самостоятельного выполнения студентом:</b> Решение задач из сборника И.В. Мещерского. Подготовка к коллоквиуму № 1. Выполнение заданий СРС №1. Подготовка отчета по расчетно-графической работе № 1.  Учебно-методическая литература: 1, 3, 4, 7, 8	6
<b>2. Динамика</b>	<b>16</b>
<b>Формируемые компетенции, образовательные результаты:</b> ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), В.1 (ПК.1.3), У.1 (ПК.1.2)	
2.1. Законы динамики Ньютона <b>Задание для самостоятельного выполнения студентом:</b> Решение задач из сборника И.В. Мещерского. Подготовка к коллоквиуму № 1. Выполнение заданий СРС №1. Изучение дополнительной литературы.  Учебно-методическая литература: 1, 3, 4, 6, 7, 8 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: 1	10

2.2. Точно решаемые задачи классической механики <b>Задание для самостоятельного выполнения студентом:</b> Подготовка к коллоквиуму № 2. Выполнение заданий СРС №2. Подготовка отчета по расчетно-графической работе № 2.  Учебно-методическая литература: 1, 3, 4, 6, 7	6
<b>3. Аналитическая механика</b> <b>Формируемые компетенции, образовательные результаты:</b> ПК-1: 3.1 (ПК.1.1), У.1 (ПК.1.2), В.1 (ПК.1.3)	<b>18</b>
3.1. Метод Лагранжа <b>Задание для самостоятельного выполнения студентом:</b> Решение задач из сборника И.В. Мещерского. Выполнение заданий СРС № 3, Подготовка к коллоквиуму № 3. Подготовка к контрольной работе.  Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9	8
3.2. Гамильтонова формулировка классической механики <b>Задание для самостоятельного выполнения студентом:</b> Решение задач из сборника И.В. Мещерского. Выполнение заданий СРС №3, Подготовка к коллоквиуму №3. Подготовка к итоговой контрольной работе.  Учебно-методическая литература: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9	10

## 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Ссылка на источник в ЭБС
<b>Основная литература</b>		
1	Жирнов, Н.И. Классическая механика / Н.И. Жирнов. — М.: Просвещение, 1980. — 303 с.	
2	Ландау, Л.Д. Теоретическая физика в 10 т. Том 1. Механика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — М.: Наука, 1973. — 208 с. (подходит любой год издания).	
3	Мултановский, В.В. Курс теоретической физики. Классическая механика./ В.В. Мултановский. - М.: Дрофа, 2008. - 304 с.	
<b>Дополнительная литература</b>		
4	Бухгольц, Н.Н. Основной курс теоретической механики. В 2 ч. / Н.Н. Бухгольц, Тарг С.М. - Спб: Лань, 2009.	
5	Голдстейн, Г. Классическая механика / Г. Голдстейн, Ч. Пул, Дж. Сафко. - М.: URSS, 2012. - 408 с.	
6	Зоммерфельд, А. Механика / А. Зоммерфельд ; перевод Т. Е. Тамм ; под редакцией Д. В. Сивухина. — 2-е изд. — Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 368 с.	. URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/92052.html">http://www.iprbookshop.ru/92052.html</a> (дата обращения: 26.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
7	Маркеев, А. П. Теоретическая механика / А. П. Маркеев. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 592 с.	URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/92052.html">http://www.iprbookshop.ru/92052.html</a> (дата обращения: 25.11.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
8	Мещерский, И.В. Сборник задач по теоретической механике / И.В. Мещерский. — СПб: Лань, 2010. — 447 с. (подходят издания с 1986 г.)	
9	Шинкина, Я.С. Методика изучения аналитической механики в курсе теоретической физики педагогического университета / Я.С. Шинкина, Л.М. Свирская. — ЭБС ЮУрГПУ, 2017.	<a href="http://elib.cspu.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/1711">http://elib.cspu.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/1711</a> (2017-08-03).

### 4.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование базы данных	Ссылка на ресурс
1	Яндекс-Энциклопедии и словари	<a href="http://slovari.yandex.ru">http://slovari.yandex.ru</a>

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### 5.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Код компетенции по ФГОС							
Код образовательного результата дисциплины	Текущий контроль						Помежуточная аттестация
	Коллоквиум	Конспект по теме	Контрольная работа по разделу/теме	Расчетно-графическая работа	Задача	Зачет/Экзамен	
ПК-1							
3.1 (ПК.1.1)	+	+	+				+
У.1 (ПК.1.2)	+	+					+
В.1 (ПК.1.3)			+	+	+		+

### 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

#### 5.2.1. Текущий контроль.

Типовые задания к разделу "Кинематика":

##### 1. Задача

Вычисление кинематических характеристик движения.

Расчёт параболы безопасности.

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

Количество баллов: 10

##### 2. 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:
  - а) прямолинейное равномерное,
  - б) равнопеременное движение,
  - в) 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.

Количество баллов: 15

### **3. 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).

Количество баллов: 5

### **4. Расчетно-графическая работа**

Рассчитать основные кинематические характеристики эллипсографа.

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

Расчетно-графическая работа "Кинематика эллипсографа".

Количество баллов: 10

Типовые задания к разделу "Динамика":

#### **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.

Количество баллов: 35

## 2. 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 такое 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.

Количество баллов: 30

### **3. 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.

Количество баллов: 5

### **4. 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.

Количество баллов: 5

Типовые задания к разделу "Аналитическая механика":

#### **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.

Количество баллов: 20

#### **2. 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.

Количество баллов: 15

### **3. 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?

Количество баллов: 5

#### 4. 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.

Количество баллов: 10

#### 5.2.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации в ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ».

##### Первый период контроля

###### 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.

Типовые 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.

### 5.3. Примерные критерии оценивания ответа студентов на экзамене (зачете):

Отметка	Критерии оценивания
"Отлично"	<ul style="list-style-type: none"> <li>-дается комплексная оценка предложенной ситуации</li> <li>-демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять</li> <li>-последовательное, правильное выполнение всех заданий</li> <li>-умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы</li> </ul>
"Хорошо"	<ul style="list-style-type: none"> <li>-дается комплексная оценка предложенной ситуации</li> <li>-демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять</li> <li>-последовательное, правильное выполнение всех заданий</li> <li>-возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя</li> <li>-умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы</li> </ul>
"Удовлетворительно" ("зачтено")	<ul style="list-style-type: none"> <li>-затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации</li> <li>-неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя</li> <li>-выполнение заданий при подсказке преподавателя</li> <li>-затруднения в формулировке выводов</li> </ul>
"Неудовлетворительно" ("не зачтено")	<ul style="list-style-type: none"> <li>-неправильная оценка предложенной ситуации</li> <li>-отсутствие теоретического обоснования выполнения заданий</li> </ul>

## **6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1. Лекции**

Лекция - одна из основных форм организации учебного процесса, представляющая собой устное, монологическое, систематическое, последовательное изложение преподавателем учебного материала с демонстрацией слайдов и фильмов. Работа обучающихся на лекции включает в себя: составление или слежение за планом чтения лекции, написание конспекта лекции, дополнение конспекта рекомендованной литературой.

Требования к конспекту лекций: краткость, схематичность, последовательная фиксация основных положений, выводов, формулировок, обобщений. В конспекте нужно помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Последующая работа над материалом лекции предусматривает проверку терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. В конспекте нужно обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.

### **2. Лабораторные**

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.).

При выполнении лабораторных работ проводятся: подготовка оборудования и приборов к работе, изучение методики работы, воспроизведение изучаемого явления, измерение величин, определение соответствующих характеристик и показателей, обработка данных и их анализ, обобщение результатов. В ходе проведения работ используются план работы и таблицы для записей наблюдений.

При выполнении лабораторной работы студент ведет рабочие записи результатов измерений (испытаний), оформляет расчеты, анализирует полученные данные путем установления их соответствия нормам и/или сравнения с известными в литературе данными и/или данными других студентов. Окончательные результаты оформляются в форме заключения.

### **3. Практические**

Практические (семинарские занятия) представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения практических занятий и семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

При подготовке к практическому занятию необходимо, ознакомиться с его планом; изучить соответствующие конспекты лекций, главы учебников и методических пособий, разобрать примеры, ознакомиться с дополнительной литературой (справочниками, энциклопедиями, словарями). К наиболее важным и сложным вопросам темы рекомендуется составлять конспекты ответов. Следует готовить все вопросы соответствующего занятия: необходимо уметь давать определения основным понятиям, знать основные положения теории, правила и формулы, предложенные для запоминания к каждой теме.

В ходе практического занятия надо давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов, доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

### **4. Экзамен**

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. 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.

Результат экзамена выражается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».

### **5. 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 выскажут на занятии.

### **6. 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.

### **7. 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).

## **8. 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.

## **9. 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».

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

1. Дифференцированное обучение (технология уровневой дифференциации)
2. Развивающее обучение
3. Проблемное обучение

## **8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ**

1. компьютерный класс – аудитория для самостоятельной работы
2. учебная аудитория для лекционных занятий
3. учебная аудитория для семинарских, практических занятий
4. Лицензионное программное обеспечение:
  - Операционная система Windows 10
  - Microsoft Office Professional Plus
  - Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition
  - Справочная правовая система Консультант плюс
  - 7-zip
  - Adobe Acrobat Reader DC