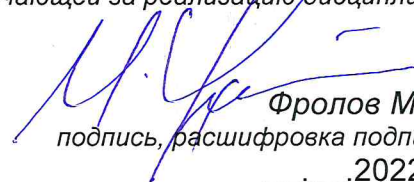


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
теоретической физики
наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины


Фролов М.В.
подпись, расшифровка подписи
___. ___. 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01 – Теоретическая механика

Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

1. Код и наименование направления подготовки/специальности: _____
14.03.02 Ядерная физика и технологии
2. Профиль подготовки/специализация: _____
" Физика атомного ядра и частиц "
3. Квалификация выпускника: _____ *бакалавр*
4. Форма обучения: _____ *очная*
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: *0802 – теоретической физики*
6. Составители программы: _____ *Каменский Александр Анатольевич*
_____ *ФИО*
к.ф.-м.н. _____
ученая степень _____ *ученое звание*
7. Рекомендована: *НМС физического факультета от 17.06.2022 г. протокол № 6*
(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)
8. Учебный год: _____ *2023-2024* Семестр(ы)/Триместр(ы): _____ *4*

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- формирование представлений о лагранжевом и гамильтоновом формализмах классической механики с приложениями к решению типовых задач..

Задачи учебной дисциплины:

- овладение фундаментальными понятиями, физическими моделями и методами теоретической механики, а также получение представлений о подходах к постановке и решению конкретных, с учётом особенностей специализации, физических задач.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Для освоения курса необходимо использовать материал всех математических дисциплин базовой части «Математика», а также дисциплины «Механика» базовой части «Физика». В свою очередь, материал курса «Теоретическая механика» необходим для изучения дисциплин Б1.В.03 «Электродинамика», Б1.В.04 «Квантовая механика», Б1.В.05 «Термодинамика и статистическая физика», предусмотренных учебным планом направления 14.03.02 Ядерная физика и технологии.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способность использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области	ПК-1.3	Умение проводить изучение и анализ литературных и патентных источников по тематике исследований	<p>Знать: основные положения и методы теоретической механики;</p> <p>Уметь: использовать в профессиональной деятельности знания о свойствах механических систем, а также методах их исследования, применять полученные знания для освоения профильных дисциплин и решения профессиональных задач;</p> <p>Владеть: современным аппаратом теоретической и математической физики, необходимым для решения задач теоретической механики.</p>

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. (в соответствии с учебным планом) — 3 / 108..

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) -- экзамен.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		4
Аудиторные занятия	28	28		
в том числе:	лекции	14	14	
	практические	14	14	
	лабораторные			
Самостоятельная работа	44	44		

в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час.)	Экзамен 36	Экзамен - 36		
Итого:	108	108		

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			
1.1	Основные понятия классической механики и Законы Ньютона.	Предмет и основные задачи курса. Кинематические и динамические характеристики движения. Первый, второй, третий законы Ньютона. Виды сил в механике. Работа в механике. Кинетическая и потенциальная энергии.	–
1.2	Принцип наименьшего действия и уравнения Лагранжа.	Обобщённые координаты. Пример (переход к криволинейным координатам). Действие. Принцип наименьшего действия. Вывод уравнений Лагранжа из принципа наименьшего действия. Функция Лагранжа. Свойства функции Лагранжа. Функция Лагранжа свободной частицы. Функция Лагранжа и принцип относительности Галилея.	–
1.3	Законы сохранения и преобразования механических величин.	Функция Лагранжа системы частиц. Интегралы движения. Понятие энергии. Закон сохранения энергии и однородность времени. Понятие импульса. Закон сохранения импульса и однородность пространства. Момент импульса. Закон сохранения момента импульса и изотропия пространства. Законы преобразования при переходе от одной инерциальной системы отсчёта к другой (импульс, энергия, функция Лагранжа, действие, момент импульса). Теорема о вириале. Одномерное движение. Точки остановки. Одномерное финитное движение.	–
1.4	Задача двух частиц. Движение в центральном поле и задача Кеплера.	Задача двух частиц. Центральное поле. Сохранение момента импульса частицы в центральном поле. Функция Лагранжа частицы в центральном поле. Сохранение момента импульса и второй закон Кеплера. Решение задачи о движении частицы в центральном поле. "Падение" на центр. Постановка задачи Кеплера. Функция Лагранжа. Закон движения. Уравнение траектории в задаче Кеплера.	–
1.5	Свободные и вынужденные одномерные колебания.	Малые колебания. Одномерные колебания. Функция Лагранжа осциллятора. Уравнение движения осциллятора и его решение. Энергия осциллятора. Фазовый портрет осциллятора. Действие для осциллятора. Вынужденные колебания. Функция Лагранжа системы. Уравнение движения и его решение. Энергия системы. Частный случай - периодическая вынуждающая сила. Резонанс.	

1.6	Затухающие колебания и колебания систем со многими степенями свободы.	Затухающие колебания. Сила трения. Уравнения Лагранжа системы с учётом трения. Гармонический осциллятор с трением. Уравнение движения и его решение. Диссипативная функция. Физический смысл диссипативной функции. Вынужденные колебания с учётом трения. Поглощение энергии. Функция Лагранжа. Уравнения движения. Решение уравнений движения. Собственные частоты системы. Нормальные координаты. Функция Лагранжа в нормальных координатах. Вынужденные колебания системы с несколькими степенями свободы.	
1.7	Уравнения Гамильтона.	Метод Гамильтона. Преобразование Лежандра. Функция Гамильтона и уравнения Гамильтона. Закон сохранения энергии. Циклические координаты. Вывод уравнений Гамильтона из вариационного принципа. Скобки Пуассона.	
2. Практические занятия			
2.1	Основные понятия классической механики и Законы Ньютона.	Предмет и основные задачи курса. Кинематические и динамические характеристики движения. Первый, второй, третий законы Ньютона. Виды сил в механике. Работа в механике. Кинетическая и потенциальная энергии.	–
2.2	Принцип наименьшего действия и уравнения Лагранжа.	Обобщённые координаты. Пример (переход к криволинейным координатам). Действие. Принцип наименьшего действия. Вывод уравнений Лагранжа из принципа наименьшего действия. Функция Лагранжа. Свойства функции Лагранжа. Функция Лагранжа свободной частицы. Функция Лагранжа и принцип относительности Галилея.	–
2.3	Законы сохранения и преобразования механических величин.	Функция Лагранжа системы частиц. Интегралы движения. Понятие энергии. Закон сохранения энергии и однородность времени. Понятие импульса. Закон сохранения импульса и однородность пространства. Момент импульса. Закон сохранения момента импульса и изотропия пространства. Законы преобразования при переходе от одной инерциальной системы отсчёта к другой (импульс, энергия, функция Лагранжа, действие, момент импульса). Теорема о вириале. Одномерное движение. Точки остановки. Одномерное финитное движение.	–
2.4	Задача двух частиц. Движение в центральном поле и задача Кеплера.	Задача двух частиц. Центральное поле. Сохранение момента импульса частицы в центральном поле. Функция Лагранжа частицы в центральном поле. Сохранение момента импульса и второй закон Кеплера. Решение задачи о движении частицы в центральном поле. "Падение" на центр. Постановка задачи Кеплера. Функция Лагранжа. Закон движения. Уравнение траектории в задаче Кеплера.	–
2.5	Свободные и вынужденные одномерные колебания.	Малые колебания. Одномерные колебания. Функция Лагранжа осциллятора. Уравнение движения осциллятора и его решение. Энергия осциллятора. Фазовый портрет осциллятора. Действие для осциллятора.	

		Вынужденные колебания. Функция Лагранжа системы. Уравнение движения и его решение. Энергия системы. Частный случай - периодическая вынуждающая сила. Резонанс.	
2.6	Затухающие колебания и колебания систем со многими степенями свободы.	Затухающие колебания. Сила трения. Уравнения Лагранжа системы с учётом трения. Гармонический осциллятор с трением. Уравнение движения и его решение. Диссипативная функция. Физический смысл диссипативной функции. Вынужденные колебания с учётом трения. Поглощение энергии. Функция Лагранжа. Уравнения движения. Решение уравнений движения. Собственные частоты системы. Нормальные координаты. Функция Лагранжа в нормальных координатах. Вынужденные колебания системы с несколькими степенями свободы.	
2.7	Уравнения Гамильтона.	Метод Гамильтона. Преобразование Лежандра. Функция Гамильтона и уравнения Гамильтона. Закон сохранения энергии. Циклические координаты. Вывод уравнений Гамильтона из вариационного принципа. Скобки Пуассона.	

* заполняется, если отдельные разделы дисциплины изучаются с помощью онлайн-курса. В колонке Примечание необходимо указать название онлайн-курса или ЭУМК. В других случаях в ячейки ставятся прочерки.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
4 семестр						
1	Основные понятия классической механики и Законы Ньютона.	2		1	4	7
2	Принцип наименьшего действия и уравнения Лагранжа.	2		3	8	13
3	Законы сохранения и преобразования механических величин.	2		1	4	7
4	Задача двух частиц. Движение в центральном поле и задача Кеплера.	2		2	8	12
5	Свободные и вынужденные одномерные колебания.	2		3	6	11
6	Затухающие колебания и колебания систем со многими степенями свободы.	2		2	8	12
7	Уравнения Гамильтона.	2		2	6	10
	Итого:	14		14	44	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины: (рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: указание наиболее сложных разделов, работа с конспектами лекций, презентационным материалом, рекомендации по выполнению курсовой работы, по организации самостоятельной работы по дисциплине и др.)

При освоении лекционного материала обучающимся необходимо понимать связь каждой лекции с предыдущими, ее место и роль в текущей главе; на занятиях рекомендуется задавать уточняющие вопросы преподавателю, домашние задания следует систематически выполнять.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Ландау Л.Д. Теоретическая физика: в 10 т. Т. I. Механика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — 5-е изд., стер. — М.: Физматлит, 2007. — 222 с.
2	Сивухин Д. В. Общий курс физики. Учеб. пособие: Для вузов. В 5 т. Т. I. Механика. — 4-е изд., стереот. — М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2014. — 560 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Сборник задач по общему курсу физики. В 5 кн. Кн. I. Механика / Стрелков С. П., Сивухин Д. В., Угаров В. А., Яковлев И. А.; Под ред. И. А. Яковлева. — 5-е изд., стер. — М.: ФИЗМАТЛИТ; ЛАНЬ, 2006.
4	Коткин Г.Л. Лекции по аналитической механике: [учебное пособие] / Г.Л. Коткин, В.Г. Сербо, А.И. Черных.— Н. : Новосибирский гос. Ун-т, 2007. — 188 с.
5	Ольховский И.И. Курс теоретической механики для физиков / И.И. Ольховский. — М.: Изд-во Моск.ун-та, 1974.
6	Ольховский И.И. Задачи по теоретической механике для физиков / И.И. Ольховский, Ю.Г. Павленко, Л.С. Кузьменков. — М.: Изд-во Моск.ун-та, 1977. — 395 с.
7	Павленко Ю.Г. Лекции по теоретической механике / Ю.Г. Павленко. — М.: Изд. Моск. Ун-та, 2002. — 392 с.
8	Гантмахер Ф. Р. Лекции по аналитической механике / Ф. Р. Гантмахер; Под ред. Е. С. Пятницкого. — 3-е изд. — М.: Физматлит, 2001. — 262 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
9	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы, онлайн-курсы, ЭУМК

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Манаков Н.Л. Задачи по теоретической механике. Методические указания к практическим занятиям. / Н.Л.Манаков, А.А.Некипелов, В.Д.Овсянников. // Воронеж. - Издательско-полиграфический центр ВГУ. - 2002. — 104 с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционная аудитория, доска, учебная литература

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Разделы 1.1 – 1.7, 2.1 – 2.7	ПК-1	ПК-1.3	Тестовые задания
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				Вопросы к экзамену

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Перечень тестовых заданий

1. По заданному выражению для силы и начальным условиям найти закон движения материальной точки.
2. По заданной потенциальной энергии и начальному положению материальной точки найти закон одномерного движения.
3. В определенных условиях движения материальной точки доказать закон сохранения заданной функции координат и скоростей точки.
4. Для системы с заданной связью найти реакцию связи как функцию координат и скоростей частицы.
5. Для заданной системы записать функцию Лагранжа и законы сохранения.
6. В заданном центральном поле найти уравнение траектории частицы.
7. В заданном центральном поле найти время падения частицы на центр поля.
8. Вычислить моменты инерции для заданных твердых тел, состоящих из точек.
9. Вычислить моменты инерции для заданных сплошных твердых тел.
10. Найти закон вынужденных колебаний при заданной внешней силе.
11. Для заданной системы записать функцию Гамильтона и канонические уравнения.
12. Вычислить скобки Пуассона.

Описание технологии проведения

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме(ах): **устного опроса (индивидуальный опрос); письменных работ (контрольные);**.

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Перечень вопросов к экзамену:

1. Законы изменения импульса и момента импульса системы материальных точек. Разделение сил на внутренние и внешние. Центр масс.
2. Интегралы движения. Потенциальные силовые поля. Закон сохранения энергии системы.
3. Одномерное движение материальной точки. Точки остановки. Период одномерного финитного движения.
4. Идеальные связи. Уравнение Лагранжа первого рода. Уравнение Даламбера–Лагранжа.
5. Обобщенные координаты, обобщенные скорости, обобщенные силы. Уравнение Лагранжа второго рода: вывод из общих уравнений механики.
6. Законы сохранения в формализме Лагранжа. Их связь со свойствами пространства и времени.
7. Вывод уравнения Лагранжа второго рода из принципа наименьшего действия.
8. Задача двух тел. Использование радиус-вектора центра масс в качестве обобщенной координаты. Приведенная масса.
9. Центральное поле. Интегралы движения в центральном поле. Второй закон Кеплера.
10. Уравнение траектории и закон движения частицы в центральном поле. Угол поворота траектории.
11. Задача Кеплера. Первый и третий законы Кеплера.
12. Кинетическая энергия твердого тела (поступательное и вращательное движение).
13. Тензор инерции твердого тела. Главные моменты инерции. Классификация твердых тел.
14. Момент импульса и уравнения движения твердого тела. Прецессия твердого тела.
15. Свободные одномерные колебания.
16. Малые колебания в случае периодической вынуждающей силы. Закон движения при резонансе.
17. Затухающие колебания и апериодическое затухание. Закон вынужденных колебаний при наличии трения и гармонической внешней силы.
18. Ангармонические колебания в первом приближении.
19. Функция Гамильтона. Уравнения Гамильтона. Зависимость физической величины от времени. Скобки Пуассона.

Описание технологии проведения

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень умения решать практические задачи. Критерии оценивания приведены выше.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Критерии оценок:

Отлично – Полное знание учебно-программного материала на уровне количественной характеристики. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.

Хорошо – Знание основного программного материала на основе качественной характеристики, допускающее погрешности в ответах. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.

Удовлетворительно – Знание основного программного материала на основе качественной характеристики, допускающее погрешности в ответах. Способность скорректировать ответ под руководством преподавателя.

Неудовлетворительно – Незнание основного программного материала. Неспособность скорректировать ответ под руководством преподавателя.