

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Директор научно-
технологического института



Власов В. В.

2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Классическая механика»

Направление подготовки (специальность) 04.03.02 «Химия, физика и механика материалов»

Профиль (Специализация)

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Нормативный срок обучения 4 года

Форма обучения очная

Автор программы, к. ф.-м. н. Дробышев А.А. /Дробышев А.А. /

Программа обсуждена на заседании кафедры инноватики и строительной физики

«21» 04 2015 года Протокол № 8

Зав. кафедрой, д.т.н., проф. Суровцев И.С. /Суровцев И.С. /

Воронеж 2015

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины «Классическая механика»

Курс "Классическая механика" ставит целью изучение фундаментальных моделей и математического аппарата классической механики. Особая роль при этом принадлежит той части курса, которая составляет содержание аппарата лагранжевого и гамильтоновского формализмов. Роль этого аппарата не исчерпывается исходными задачами классической динамики точечных систем; в соответствующей обобщенной формулировке. Он распространяется как на классические явления немеханической природы, так и на неклассические микроявления механики. При этом бакалавр должен получить не только физические знания, но и навыки их дальнейшего пополнения, научиться пользоваться современной литературой, в том числе электронной.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

Задача настоящего курса состоит в овладении основными принципами, моделями и математическим аппаратом, лежащими в основе описания механических аспектов динамики физических систем. В эту задачу входит знание лагранжевого и гамильтоновского формализмов, включая аппарат канонических преобразований и формализм уравнений Гамильтона-Якоби, и умение составлять функции Лагранжа и Гамильтона простейших систем и решать отвечающие им дифференциальные уравнения, опираясь на свойства пространственно-временной симметрии и связанные с ними интегралы движения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Классическая механика» относится к базовой части профессионального цикла учебного плана.

При формировании программ дисциплины «Классическая механика» учтено, что математическая и естественнонаучная подготовка должны составлять единый блок. При формировании компетенций необходимо учитывать, что естественные науки и математика играют важную роль в формировании не только общенаучных компетенций, но и инструментальных, социально-личностных и общепрофессиональных компетенций. При освоении используется знания следующих дисциплин.

Общая физика: механика Ньютона, сведения из теории электромагнитных явлений и теории относительности.

Элементы высшей алгебры: квадратичные формы, линейные системы алгебраических уравнений, сведения из теории матриц и тензоров, собственные векторы и собственные числа линейных преобразований.

Теория дифференциальных уравнений: системы линейных дифференциальных уравнений, особые точки, элемент качественной теории.

Элементы теории дифференциальных уравнений в частных производных первого порядка.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Классическая механика» направлен на формирование следующих компетенций:

- общекультурные (ОК): ОК-1, ОК-6, ОК-8, ОК-11, ОК-12, ОК-13, ОК-14, ОК-19;
- профессиональные (ПК): ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-11, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-15, ПК-21.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- прямую и обратную задачи классической механики;
- кинематику и динамику твердого тела;
- теорию колебаний механических систем;
- численное дифференцирование и численное интегрирование;
- лагранжево и эйлерово описание движения;
- основные методы решения интегральных уравнений;
- физический смысл тензора деформаций и тензора напряжений;
- законы движения сплошной среды;

Уметь:

- решать обыкновенные дифференциальные уравнения;
- использовать разностные схемы решения уравнений в частных производных;
- использовать знания в области механики для интерпретации свойств материалов на микро-, мезо- и макроуровне структуры;

Владеть:

- профессионально профилированными знаниями;
- практическими навыками в области механики материалов.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Классическая механика» составляет 2 зачетных единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)		
Самостоятельная работа (всего)	36	36
В том числе:		
Курсовой проект		
Контрольная работа		
Вид промежуточной аттестации (зачет)		
Общая трудоемкость	час	72
	зач. ед.	2

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Вариационная формулировка закона движения механических систем.	Принцип Гамильтона. Уравнения Лагранжа. Функция Лагранжа свободной материальной точки. Функция Лагранжа системы взаимодействующих частиц. Законы сохранения обобщенного импульса и обобщенной энергии.
2	Движение в центрально-симметричном поле.	Интегрирование уравнений движения в центральном поле. Законы Кеплера. Задача двух тел. Рассеяние частиц в поле центральной силы.
3	Дифференциальная формулировка закона движения механических систем.	Связи и их классификация. Принцип Даламбера. Уравнение Даламбера-Лагранжа. Вывод уравнений Лагранжа I и II рода из принципа Даламбера-Лагранжа. Диссипативные силы. Функции Рэля. Уравнения Лагранжа для диссипативных систем.
4	Малые колебания консервативных	Состояния равновесия механических систем и их устойчивость. Вынужденные колебания. Колебания

	систем.	систем со многими степенями свободы. Парциальные и нормальные подсистемы. Отыскание нормальных частот и нормальных колебаний.
5	Движение твердого тела	Задание положения твердого тела. Тензор инерции. Момент импульса твердого тела. Углы Эйлера. Движение тяжелого симметричного волчка с закрепленной точкой (задача Лагранжа). Уравнения Эйлера. Свободное движение твердого тела относительно центра масс (задача Эйлера).
6	Скобки Пуассона. Канонические преобразования.	Уравнения Гамильтона. Первые интегралы уравнений Гамильтона. Функция Рауса. Определение и свойства скобок Пуассона. Теорема Пуассона. Канонические преобразования. Интегральные инварианты Пуанкаре. Теорема Лиувилля.
7	Метод Гамильтона-Якоби.	Уравнение Гамильтона-Якоби. Разделение переменных в уравнении Гамильтона-Якоби. Характеристическая функция Гамильтона.
8	Каноническая теория возмущений.	Метод Пуанкаре-Цермело. Теория возмущений в системах с медленно меняющимися параметрами. Адиабатический инвариант. Переменные действие-угол.
9	Методы Лагранжа и Гамильтона в теории распределенных систем.	Принцип Гамильтона для распределенных систем. Уравнения поля. Канонические уравнения поля. Полевые скобки Пуассона. Применение теории к максвелловскому полю.

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин				
		1	2	3	4	5
1.	Основы технологии строительных материалов и композитов	+	+	+	+	+
2.	Специальные, конструкционные и функциональные строительные материалы	+	+	+	+	
3.	Основы управления структурой и свойствами материалов	+	+	+	+	+

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Все-го час.
1.	Вариационная формулировка закона движения механических систем.	2	4		4	10
2.	Движение в центрально-симметричном поле.	2	2		4	8
3.	Дифференциальная формулировка закона движения механических систем.	2	2		4	8
4.	Малые колебания консервативных систем.	2	2		4	8
5.	Движение твердого тела	2	2		4	8
6.	Скобки Пуассона. Канонические преобразования.	2	2		4	8
7.	Метод Гамильтона-Якоби.	2	2		4	8
8.	Каноническая теория возмущений.	2	2		4	8
9.	Методы Лагранжа и Гамильтона в теории распределенных систем.	2			4	6

6. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Не предусмотрен

7. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час)
1.	Вариационная формулировка закона движения механических систем.	Составление функций Лагранжа механических систем. Обобщенные законы сохранения.	4
2.	Движение в центрально-симметричном поле.	Движение частиц в полях	2
3.	Дифференциальная формулировка закона движения механических систем.	Уравнения Лагранжа для диссипативных систем	2
4.	Малые колебания консервативных систем.	Малые колебания систем с одной и несколькими степенью свободы.	2
5.	Движение твердого тела	Определение главных моментов инерции и кинетической энергии твердых тел	2
6.	Скобки Пуассона. Канонические преобразования.	Уравнения Гамильтона. Скобки Пуассона. Канонические преобразования.	2
7.	Метод Гамильтона-Якоби.	Уравнения Гамильтона - Якоби	2
8.	Каноническая теория возмущений.	Адиабатические инварианты	2

8. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Не предусмотрен

9. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

4-й семестр (зачет)

1. Классическое пространство и время.
2. Кинематика материальной точки.
3. Теорема сложения скоростей и ускорений.
4. Поступательное и вращательное движение материальной точки.
5. Кинематика системы материальных точек.
6. Инерциальные системы и динамика Ньютона.
7. Прямая и обратная задачи динамики Ньютона.
8. Принцип причинности и обратимость движения в динамике Ньютона.
9. Потенциальная энергия и классификация свободных механических систем.
10. Интегралы движения. Примеры.
11. Закон сохранения полной механической энергии.
12. Закон сохранения импульса.
13. Закон сохранения момента импульса.
14. Законы сохранения во внешних потенциальных полях.
15. Одномерное движение. Примеры. Качественное исследование.
16. Одномерное движение. Аналитическое исследование.
17. Задача двух тел. Качественное исследование.
18. Задача двух тел. Аналитическое исследование.
19. Задача Кеплера. Законы Кеплера.
20. Понятие функционала. Получение уравнения Лагранжа 2-го рода.
21. Классификация задач в Лагранжевой динамике.
22. Законы сохранения в Лагранжевой динамике.
23. Получение уравнений Гамильтона.
24. Законы сохранения в гамильтоновой динамике.
25. Канонические преобразования и теорема Лиувилля.
26. Свободные колебания многомерных механических систем.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1 Основная литература:

- 1 Едунов, Валентин Владимирович, Едунов, Андрей Валентинович
Механика: учеб. пособие : рек. УМО. - М. : Академия, 2010 -346 с.
- 2 Ландау, Лев Давидович. Теоретическая физика [Текст] : в 10 т. : учеб.
Пособие : рек. МО РФ. Т. 5 : Статистическая физика. Ч.1 / Л. Д. Ландау, Е.

- М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского / Ландау, Лев Давидович, Лифшиц, Евгений Михайлович. – 5-е изд., стер. – М. : Физматлит, 2010
- 3 Айзерман Марк Аронович Классическая механика. - 3-е изд.. - Москва : Физматлит, 2005 -378 с.

10.2 Дополнительная литература:

1. Основы научных вычислений. Введение в численные методы для физиков и инженеров (2013, Зализняк В.Е., Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований) .-ЭБС IPRbooks
2. Прикладная механика (2012, Иосилевич Г.Б., Лебедев П.А., Стреляев В.С., Машиностроение) .-ЭБС IPRbooks
3. Механика (2013, Зоммерфельд А., пер. Тамм Т.Е., ред. Сивухин Д.В., Регулярная и хаотическая динамика) .-ЭБС IPRbooks

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

1. Учебная литература:

Полное библиографическое описание издания	Количество имеющихся экземпляров
1. Ландау Л.Д., Лившиц Е.М. Теоретическая физика в X томах: Т.1. Механика. М.: Наука, 1988, 215 с.	10
2. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики в двух частях. С.-Пб.: Лань, 2009.	10
3. Айзерман М.А. Классическая механика. С.-Пб.: Лань, 2005, 380 с.	10
4. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике. С.-Пб.: Лань, 2001, 448 с.	9

12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (образовательные технологии)

1. Чтение лекций по возможности осуществлять с использованием демонстрационных материалов и презентаций в программе «Microsoft Power Point», а также сопровождать ссылками на рекомендуемую литературу.
2. Подготовка тем для самостоятельной работы студентов, докладов и сообщений по тематике лекционного материала.
3. При условии удовлетворительного написания контрольной работы студент допускается к сдаче зачета или экзамена.
4. Экзамен проводить в устно-письменной форме, который включает ответы экзаменуемого на теоретические вопросы и решение им задач. По итогам выставить оценку (в зависимости от установленного в Положении о текущей и итоговой аттестации вуза).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ПрОПОП ВО по направлению подготовки 04.03.02 «Химия, физика и механика материалов»

Руководитель основной образовательной программы

Доцент кафедры химии, к.х.н., доцент _____
(занимаемая должность, ученая степень и звание) (подпись)

О.В.Артамонова
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией строительно-технологического факультета _____

« _ » _____ 201 г., протокол № _____.

Председатель д.т.н., проф. _____
учёная степень и звание, подпись

Г.С. Славчева
инициалы, фамилия

Эксперт

(место работы)

(занимаемая должность)

(подпись) (инициалы, фамилия)

организации

М П

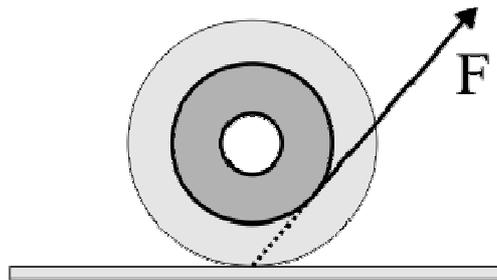
Примерные задания для тестирования

1. Аналогом массы в уравнении динамики вращательного движения является
 - а) момент инерции;
 - б) момент вращения;
 - в) угловой момент;
 - г) момент движения.

2. Моменту инерции свободно движущегося тела соответствует математический объект называемый
 - а) вектором;
 - б) скаляром;
 - в) матрицей;
 - г) тензором.

3. Сила Кориолиса – это
 - а) сила, действующая на тело неподвижное во вращающейся системе отсчёта;
 - б) сила инерции, во вращающейся системе отсчёта;
 - в) часть силы инерции, действующей на тело во вращающейся системе отсчёта, обусловленная движением тела в этой системе отсчёта;
 - г) сила, действующая на тело во вращающейся системе отсчёта.

4. Куда покатится катушка, если потянуть за нитку, как показано на рисунке ниже:



- а) вправо;
 - б) влево;
 - в) будет вращаться на месте;
 - г) возникнут колебания.
-
5. Диффузия - это
 - а) взаимное проникновение соприкасающихся веществ друг в друга вследствие теплового движения частиц вещества;

- б) зависимость фазовой скорости гармонических волн в среде от частоты их колебаний;
- в) явление огибания волнами препятствий и проникновение их в область геометрической тени;
- г) взаимное увеличение или уменьшение результирующей амплитуды двух или нескольких когерентных волн при их наложении друг на друга.

6. На тело действуют три равные по модулю силы. Чему будет равна равнодействующая этих сил, если угол $\alpha = 45^\circ$, а модуль F равен 1 Н?

- а) 1;
- б) 2;
- в) 0;
- г) 0,41.

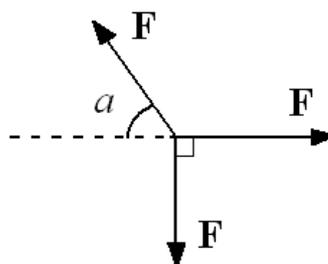


рис.

7. Модуль Юнга – это

- а) физическая величина, характеризующая свойства материала сопротивляться растяжению (сжатию) при упругой деформации;
- б) величина, описывающая поворот абсолютно твердого тела в трёхмерном евклидовом пространстве;
- в) максимальный угол между оптической осью и основным лучом;
- г) тензор второго ранга, состоящий из девяти величин, представляющих механические напряжения в произвольной точке нагруженного тела.

8. Диск вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через его центр, так, как показано на рисунке. Угловая скорость направлена:

- а) вертикально вниз;
- б) вертикально вверх;
- в) вправо в плоскости вращения диска;
- г) влево в плоскости вращения диска.

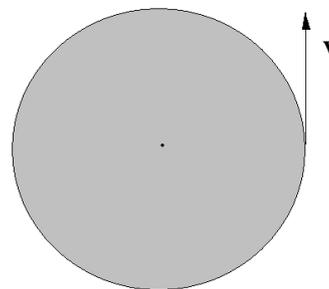


рис.

9. Ускорение – это (указать все правильные ответы)

- а) первая производная от скорости по времени;
- б) вторая производная от скорости по времени;

- в) первая производная от радиус-вектора по времени;
- г) вторая производная от радиус-вектора по времени.

Вопросы для зачета

1. Классическое пространство и время.
2. Кинематика материальной точки.
3. Теорема сложения скоростей и ускорений.
4. Поступательное и вращательное движение материальной точки.
5. Кинематика системы материальных точек.
6. Инерциальные системы и динамика Ньютона.
7. Прямая и обратная задачи динамики Ньютона.
8. Принцип причинности и обратимость движения в динамике Ньютона.
9. Потенциальная энергия и классификация свободных механических систем.
10. Интегралы движения. Примеры.
11. Закон сохранения полной механической энергии.
12. Закон сохранения импульса.
13. Закон сохранения момента импульса.
14. Законы сохранения во внешних потенциальных полях.
15. Одномерное движение. Примеры. Качественное исследование.
16. Одномерное движение. Аналитическое исследование.
17. Задача двух тел. Качественное исследование.
18. Задача двух тел. Аналитическое исследование.
19. Задача Кеплера. Законы Кеплера.
20. Понятие функционала. Получение уравнения Лагранжа 2-го рода.
21. Классификация задач в Лагранжевой динамике.
22. Законы сохранения в Лагранжевой динамике.
23. Получение уравнений Гамильтона.
24. Законы сохранения в гамильтоновой динамике.
25. Канонические преобразования и теорема Лиувилля.
26. Свободные колебания многомерных механических систем.

Порядок процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности на этапе промежуточного контроля знаний

Зачет проводится путем организации специального опроса, проводимого в устной и (или) письменной форме.

Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также вычислительной техникой.

**ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), РАЗРАБОТАННОГО НА КАФЕДРЕ**

№ п/п	Наименование издания	Вид издания (учебник, учебное пособие, методические указания, компьютерная программа)	Автор (авторы)	Год издания	Место хранения и количество
1.	Математические модели: Теоретическая физика и анализ сложных систем. Ч.1, Ч.2	Монография	Головинский П.А.	2012	Библиотека – 21 экз.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.