

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Теоретическая механика

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

01.03.03 - Механика и математическое моделирование

Направленность образовательной программы

Математическое моделирование и компьютерный инжиниринг

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.17 Теоретическая механика относится к обязательной части образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-2: Способен применять методы математического и алгоритмического моделирования, современный математический аппарат в научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности	ОПК-2.1: Знает основные положения, терминологию и методологию в области математического и алгоритмического моделирования. ОПК-2.2: Умеет осуществлять анализ и выбор методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний в области математических и компьютерных наук. ОПК-2.3: Владеет навыками применения базовых знаний в области математического и алгоритмического моделирования, при решении задач профессиональной деятельности.	ОПК-2.1: Знает основы теоретической и прикладной механики способен применять в научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности. ОПК-2.2: Умеет осуществлять анализ и выбор методов решения задач на основе теоретических знаний в области математических и компьютерных наук. с применением фундаментальных знаний механики и математики. ОПК-2.3: Владеет навыками применения базовых знаний в области математического и алгоритмического моделирования при решении задач фундаментальных разделов механики.	Собеседование	Экзамен: Контрольная работа
ОПК-5: Способен использовать в педагогической деятельности научные основы знаний в сфере математики и механики	ОПК-5.1: Знает основы преподавания физико-математических дисциплин и информатики в средней школе и специальных учебных заведениях. ОПК-5.2: Умеет	ОПК-5.1: Знает основы преподавания физико-математических дисциплин в школе средней школе и специальных учебных заведениях.	Собеседование	Экзамен: Контрольная работа

	использовать полученные фундаментальные и специальные знания в области физико-математических наук в преподавательской деятельности. ОПК-5.3: Владеет навыками планирования и подготовки учебных занятий, а также представления научных знаний.	ОПК-5.2: Умеет использовать полученные знания в преподавательской деятельности. ОПК-5.3: Владеет навыками планирования и подготовки учебных занятий.		
--	---	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	9
Часов по учебному плану	324
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	64
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	80
- КСР	4
самостоятельная работа	104
Промежуточная аттестация	72 Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Кинематика материальной точки и твердого тела	46	14	14	28	18
Основные теоремы динамики системы	46	14	14	28	18
Динамика вращательного движения твердого тела	24	4	8	12	12
Общее уравнение динамики. Принцип виртуальных перемещений	25	4	8	12	13
Уравнения Лагранжа в независимых переменных	34	6	14	20	14

Свободные колебания системы	36	8	14	22	14
Устойчивость движения	10	4	2	6	4
Механика Гамильтона	17	6	4	10	7
Вариационные интегральные принципы механики	10	4	2	6	4
Аттестация	72				
КСР	4			4	
Итого	324	64	80	148	104

Содержание разделов и тем дисциплины

3 семестр

1. Введение. Система отсчета. Закон инерции. Принцип относительности. Преобразования Галилея. Классическая и релятивистская механика. Преобразование Лоренца.
2. Абсолютно твердое тело. Поступательное и вращательное движение. Основные кинематические характеристики – меры движения точки.
Скорость и ускорение точки в криволинейных координатах.
3. Классификация движений твердого тела. Вращение тела вокруг неподвижной оси. Сферическое вращение. Плоскопараллельное движение тела.
4. Абсолютное, относительное, переносное движения точки. Сложение скоростей. Сложение ускорению
5. Взаимодействия и силы. Фундаментальные взаимодействия. Масса. Гравитационное взаимодействие. Заряд. Электромагнитное взаимодействие. Действие и противодействие. Силы в механике. Потенциальные силы. Потенциальная функция. Сложение потенциальных сил.
6. Количество движения. Второй закон Ньютона. Главный вектор сил. Второй закон в проекциях на оси естественного трехгранника. Прямая и обратная задачи механики.
7. Теорема об изменении количества движения точки. Момент количества движения точки. Теорема об изменении момента количества движения. Центральная сила. Следствия из теоремы об изменении момента количества движения.
Мощность. Работа силы. Работа потенциальной силы. Теорема об изменении кинетической энергии точки.
8. Движение в центральном поле. Уравнение траектории точки. Классификация движений точки в ньютоновском поле тяготения. Первая, вторая, третья космические скорости. Законы Кеплера
9. Динамика материальной точки в неинерциальной системе. Силы инерции.
10. Система материальных точек. Центр инерции. Теорема о движении центра инерции. Реактивное движение. Теорема об изменении количества движения. Закон сохранения количества движения. Теорема об изменении момента количества движения системы. Закон сохранения момента количества движения. Теорема об изменении кинетической энергии системы. Закон сохранения суммы кинетической и потенциальной энергии.
11. Момент количества движения твердого тела относительно оси вращения. Момент инерции относительно оси. Теорема Штейнера. Уравнение вращательного движения тела вокруг неподвижной оси. Колебания физического маятника.
12. Динамика плоского движения твердого тела. Кинетическая энергия твердого тела в плоском движении. Радиус инерции относительно оси.

4 семестр

13. Кинетическая энергия твердого тела в общем случае. Тензор моментов инерции. Главные моменты инерции. Момент количества движения твердого тела.
14. Уравнения поступательного и вращательного движений твердого тела. Уравнения движения твердого тела в подвижной системе. Работа силы во вращательном движении.

15. Способы задания ориентации твердого тела с одной неподвижной точкой. Система углов конечного вращения. Углы Эйлера. Углы Крылова-Булгакова. Матрицы ортогональных отображений. Уравнения движения твердого тела с одной неподвижной точкой: динамические уравнения Эйлера, кинематические уравнения.
16. Задача о свободном движении тела с неподвижной точкой. Регулярная прецессия свободного тела под действием момента. Волчок Лагранжа. Гироскоп. Прецессионная теория гироскопа
17. Связи: удерживающие-неудерживающие, голономные, неголономные, стационарные, нестационарные. Реакции связей. Основная задача механики несвободной системы n точек. Действительные, возможные, виртуальные перемещения. Идеальные связи.
18. Дифференциальные принципы. Общее уравнение динамики, Принцип виртуальных перемещений. Принцип Даламбера.
19. Независимые координаты. Обобщенные силы. Уравнения Лагранжа в независимых координатах. Структура кинетической энергии и функции Лагранжа в обобщенных координатах. Обобщенный интеграл энергии. Циклические интегралы.
20. Колебания. Свободные колебания. Гармонический осциллятор. Линейный осциллятор. Фазовый портрет осциллятора. Разбиение плоскости параметров линейной системы на области с различным типом состояний равновесия. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы. Резонанс. Раскачка осциллятора из состояния покоя (незатухающий осциллятор, затухающий осциллятор).
21. Колебания систем с n степенями свободы. Уравнение частот. Амплитудные векторы. Главные колебания. Нормальные координаты. Вынужденные колебания систем с n степенями свободы. Гармонические коэффициенты влияния. Резонанс. Антирезонанс. Гаситель колебаний
22. Устойчивость движения. Невозмущенное движение, возмущенное движение. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая устойчивость. Уравнения возмущенного движения. Уравнения первого приближения. Устойчивость по первому приближению. Характеристические показатели. Характеристический определитель. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению. Теорема Ляпунова о неустойчивости по первому приближению. Устойчивость положения равновесия консервативной системы (теорема Лагранжа).
23. Механика Гамильтона. Переменные Лагранжа, канонические переменные. Канонические уравнения Гамильтона. Свойства функции Гамильтона. Первый интеграл канонической системы. Скобки Пуассона. Теорема Пуассона. Фазовое пространство, пространство конфигураций, пространство состояний. Ансамбль Гиббса. Закон сохранения фазового объема (теорема Лиувилля). Решение задачи о движении механической системы методом Остроградского. Уравнение Остроградского - Гамильтона. Теорема Остроградского. Уравнение Остроградского-Гамильтона в отсутствие явной зависимости функции Гамильтона от времени. Метод разделения переменных.
24. Вариационные интегральные принципы. Первая вариация функционала. Действие по Гамильтону. Принцип Гамильтона. Действие по Лагранжу. Принцип наименьшего действия Эйлера-Лагранжа. Принцип Лагранжа в форме Якоби (принцип Мопертюи).
25. Теорема Нетер. Принцип относительности Галилея и законы сохранения количества движения, момента количества движения, механической энергии замкнутой системы. Обобщенные законы сохранения в аналитической механике.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

В рамках дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы (порядок их выполнения, форма контроля):

- повторение материала, пройденного на занятиях лекционного типа (в течение всего семестра, опрос на занятиях лекционного и семинарского типа),
- самостоятельное изучение отдельных вопросов программы (1 раз в семестр, опрос на занятиях семинарского типа),
- подготовка к занятиям семинарского типа, решение задач по списку, представленному преподавателем (в течение всего семестра, опрос на занятиях семинарского типа),
- подготовка к промежуточному контролю успеваемости (экзамена).

1. Журавлев В.Ф. Основы классической механики. М. Физматлит, 2001.
2. Бугаенко Г.А., Маланин В.В., Яковлев В.И. Основы классической механики. М. Высшая школа, 1999.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ОПК-2:

1. Механическое движение. Система отсчета. Закон инерции. Инерциальная система отсчета. Принцип относительности. Классическая и релятивистская механики. Преобразования Галилея.
- 2 Абсолютно твердое тело. Связанный трехгранник. Поступательное, вращательное, сложное движения тела. Материальная точка.
3. Плоское движение твердого тела. Перемещение плоской фигуры. Скорости точек плоской фигуры. Мгновенный центр вращения.
4. Абсолютное, относительное, переносное движения точки. Сложение скоростей. Сложение ускорений
5. Движение в центральном поле. Уравнение траектории точки. Эффективная потенциальная энергия.
- 6.. Динамика материальной точки в неинерциальной системе. Силы инерции.
7. Тензор моментов инерции. Главные моменты инерции.
8. Приближенная теория гироскопических явлений.
9. Динамика несвободной системы. Классификация связей.

Основная задача механики несвободной системы n точек.

10. Действительные, возможные, виртуальные перемещения. Идеальные связи.

11. Понятие о вариационных принципах механики. Общее уравнение динамики, Принцип виртуальных перемещений

12. Независимые координаты. Обобщенные силы.

Положение равновесия голономной системы. Равновесие при потенциальных силах.

13. Уравнения Лагранжа 2 рода. Структура кинетической энергии и функции Лагранжа в обобщенных координатах.

14. Консервативная система. Устойчивость положения равновесия консервативной системы (теорема Лагранжа).

15. Колебания систем с n степенями свободы. Уравнение частот. Амплитудные векторы. Главные колебания. Нормальные координаты.

16. Устойчивость по первому приближению. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению. Теорема Ляпунова о неустойчивости по первому приближению.

17. Интегральные вариационные принципы. Принцип Гамильтона. Принцип наименьшего действия Лагранжа.

18. Теорема Нетер.

19. Влияние гироскопических и диссипативных сил на устойчивость системы

20. Вынужденные колебания систем с 2 степенями свободы. Антирезонанс.

21. Вынужденные колебания нелинейной системы.

22. Общие теоремы теории удара.

23. Уравнение Мещерского.

24. Способы задания ориентации твердого тела с одной неподвижной точкой. Система углов конечного вращения. Кинематические уравнения.

25. Уравновешенный гироскоп и его практическое применение.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ОПК-5:

1. Механическое движение. Система отсчета. Закон инерции. Инерциальная система отсчета. Принцип относительности. Классическая и релятивистская механики. Преобразования Галилея.

2 Абсолютно твердое тело. Связанный трехгранник. Поступательное, вращательное, сложное движения тела. Материальная точка.

3. Плоское движение твердого тела. Перемещение плоской фигуры. Скорости точек плоской фигуры. Мгновенный центр вращения.

4. Абсолютное, относительное, переносное движения точки. Сложение скоростей. Сложение ускорений
5. Движение в центральном поле. Уравнение траектории точки. Эффективная потенциальная энергия.
- 6.. Динамика материальной точки в неинерциальной системе. Силы инерции.
7. Тензор моментов инерции. Главные моменты инерции.
8. Приближенная теория гироскопических явлений.
9. Динамика несвободной системы. Классификация связей.

Основная задача механики несвободной системы n точек.

10. Действительные, возможные, виртуальные перемещения. Идеальные связи.
11. Понятие о вариационных принципах механики. Общее уравнение динамики, Принцип виртуальных перемещений
12. Независимые координаты. Обобщенные силы.

Положение равновесия голономной системы. Равновесие при потенциальных силах.

13. Уравнения Лагранжа 2 рода. Структура кинетической энергии и функции Лагранжа в обобщенных координатах.
14. Консервативная система. Устойчивость положения равновесия консервативной системы (теорема Лагранжа).
15. Колебания систем с n степенями свободы. Уравнение частот. Амплитудные векторы. Главные колебания. Нормальные координаты.
16. Устойчивость по первому приближению. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению. Теорема Ляпунова о неустойчивости по первому приближению.
17. Интегральные вариационные принципы. Принцип Гамильтона. Принцип наименьшего действия Лагранжа.
18. Теорема Нетер.
19. Влияние гироскопических и диссипативных сил на устойчивость системы
20. Вынужденные колебания систем с 2 степенями свободы. Антирезонанс.
21. Вынужденные колебания нелинейной системы.
22. Общие теоремы теории удара.
23. Уравнение Мещерского.

24.Способы задания ориентации твердого тела с одной неподвижной точкой. Система углов конечного вращения. Кинематические уравнения.

25.Уравновешенный гироскоп и его практическое применение.

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Ответ полный и правильный на основании изученной теории; теоретический материал и решение поставленных задач изложены в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный. Могут быть допущены две-три не существенные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.
не зачтено	Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько не существенных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными не существенными	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

			полном объеме	объеме, но некоторые с недочетами	с недочетами	недочетам и, выполнены все задания в полном объеме	
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-2

5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции (ОПК-2, ОПК-5)

Известна зависимость радиус-вектора частицы от времени $\vec{r}(t)$. Написать выражения для: а. скорости частицы \vec{v} , б. пути, пройденного за время от t_1 до t_2 , в. средней скорости частицы за время от t_1 до t_2 , г. модуля скорости v , д. среднего значения модуля скорости за время от t_1 до t_2 .

Начальная скорость частицы $\vec{v}_1 = 1\vec{e}_x + 3\vec{e}_y + 5\vec{e}_z$ (в момент времени t_1), конечная скорость $\vec{v}_2 = 2\vec{e}_x + 4\vec{e}_y + 6\vec{e}_z$ (в t_2). Найти: а. приращение скорости $\Delta\vec{v}$, б. модуль приращения скорости $|\Delta\vec{v}|$, в. приращение модуля скорости Δv , г. среднюю скорость $\langle v \rangle$ за время от t_1 до t_2 .

Модуль скорости v частицы меняется со временем t по закону $v = at + b$, где a и b – положительные постоянные. Модуль ускорения $w = 3a$. Найти тангенциальное и нормальное ускорения и радиус кривизны R траектории в зависимости от времени.

Диск радиуса R катится по горизонтальной поверхности без проскальзывания. В некоторый момент времени известны скорости \vec{v}_0 и ускорение \vec{w}_0 его центра. Найти в этот момент времени скорость и ускорение верхней точки диска. Показать ускорение этой точки на рисунке

Маленький шарик, брошенный с начальной скоростью v_0 под углом α к горизонту, ударился о вертикальную стенку, движущуюся навстречу с горизонтально направленной скоростью v , и отскочил в точку, из которой был брошен. Определить через какое время t после броска произошло столкновение шарика со стенкой. Потери на трение пренебречь

Известно, что Луна все время обращена к Земле одной и той же стороной и обращается вокруг Земли за 27,3 суток. Определить угловую скорость вращения Луны вокруг ее оси. Сравнить ее со скоростью суточного вращения Земли.

Смещение материальной точки по двум взаимно перпендикулярным направлениям описывается уравнениями $x = 0,1 \sin 2t$; $y = 0,05 \sin(2t + \pi/2)$. Найдите а) уравнение траектории точки; б) зависимость скорости точки от времени; в) зависимость полного ускорения точки от времени; г) радиус кривизны траектории в тех точках, где скорость наибольшая и наименьшая.

Шарик, подвешенный на нити, качается в вертикальной плоскости так, что его ускорение в крайнем и нижнем положениях равно по модулю друг другу. Найти угол α отклонения нити в крайнем положении.

Через блок, вращающийся вокруг горизонтальной оси O , перекинута нерастяжимая веревка, к одному концу которой подвешен груз m . Другой конец прикреплен к вертикальной пружине. Коэффициент жесткости k . Определить период колебаний. Масса блока M , радиус R . Веревка не скользит по блоку.

Гладкая проволоочная окружность радиуса R вращается вокруг вертикального диаметра с постоянной угловой скоростью ω . На окружность насажено колечко массы m , соединенное с точкой O окружности пружиной жесткости k , для которой в недеформированном состоянии $R\varphi_0$. Составить уравнение относительного движения колечка в форме Лагранжа. Составить канонические уравнения.

Материальная точка массы m движется по окружности под действием центральной силы $P = -\frac{a}{r^3}$, где a – положительная постоянная, r – расстояние от притягивающего центра. Момент количества движения точки равен K . Исследовать устойчивость этого движения.

Волчок, который представляет собой диск радиуса r , насаженный в центре под прямым углом на невесомый стержень длины l , закрутили с большой скоростью, после чего он начал прецессировать вокруг вертикали с углом нутации θ и угловой скоростью прецессии ω_2 . Найти угловую скорость собственного вращения волчка ω_1 .

Два одинаковых упругих шара A и B движутся навстречу один другому. При каком соотношении между скоростями до удара шар A после удара остановится?

Определить положение центра удара прямоугольной мишени для стрельбы. Высота мишени h .

Однородная прямая призма с квадратным основанием стоит на горизонтальной плоскости и может вращаться вокруг ребра AB , лежащего в этой плоскости. Ребро основания призмы равно a , высота $3a$, масса $3m$. В середину боковой грани, противоположной ребру AB , ударяет шар массы m с горизонтальной скоростью v . Полагая, что удар неупругий и что масса шара сосредоточена в его центре, определить наименьшую величину скорости, при которой призма опрокинется.

Капля движется в однородном поле тяжести в среде. Вследствие конденсации происходит увеличение массы капли по закону $\dot{m} = aS$, где S – площадь поверхности. Найти скорость капли.

Несколько звеньев однородной цепи свешиваются с края стола. Остальная часть цепи сложена в кучу на краю стола. В начальный момент скорость цепи равна нулю. Найти ускорение цепи.

Ведро массы m тянут из колодца на веревке с постоянной силой F . Вода вытекает из ведра с постоянной скоростью. В течение интервала времени T вся вода вытекает. Найти скорость ведра в момент времени T .

Найти компоненты тензора инерции в главных центральных осях следующих однородных тел массы m

а. прямоугольный параллелепипед a, b, c .

б. кругового конуса с высотой h и радиусом основания R .

Пусть движение твердого тела таково, что вектор абсолютной угловой скорости имеет постоянные проекции на оси симметрии системы координат, связанной с самим телом. Показать, что в этом случае тело вращается вокруг неподвижной оси с постоянной угловой

скоростью, т.е. вектор угловой скорости не изменяется по отношению к не вращающейся системе координат.

Вывести кинематические уравнения движения твердого тела в углах Крылова.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-5

5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции (ОПК-2, ОПК-5)

Известна зависимость радиус-вектора частицы от времени $\vec{r}(t)$. Написать выражения для: а. скорости частицы \vec{v} , б. пути, пройденного за время от t_1 до t_2 , в. средней скорости частицы за время от t_1 до t_2 , г. модуля скорости v , д. среднего значения модуля скорости за время от t_1 до t_2 .

Начальная скорость частицы $\vec{v}_1 = 1\vec{e}_x + 3\vec{e}_y + 5\vec{e}_z$ (в момент времени t_1), конечная скорость $\vec{v}_2 = 2\vec{e}_x + 4\vec{e}_y + 6\vec{e}_z$ (в t_2). Найти: а. приращение скорости $\Delta\vec{v}$, б. модуль приращения скорости $|\Delta\vec{v}|$, в. приращение модуля скорости Δv , г. среднюю скорость $\langle \vec{v} \rangle$ за время от t_1 до t_2 .

Модуль скорости v частицы меняется со временем t по закону $v = at + b$, где a и b – положительные постоянные. Модуль ускорения $w=3a$. Найти тангенциальное и нормальное ускорения и радиус кривизны R траектории в зависимости от времени.

Диск радиуса R катится по горизонтальной поверхности без проскальзывания. В некоторый момент времени известны скорости \vec{v}_0 и ускорение \vec{w}_0 его центра. Найти в этот момент времени скорость и ускорение верхней точки диска. Показать ускорение этой точки на рисунке

Маленький шарик, брошенный с начальной скоростью v_0 под углом α к горизонту, ударился о вертикальную стенку, движущуюся навстречу с горизонтальной направленной скоростью v , и отскочил в точку, из которой был брошен. Определить через какое время t после броска произошло столкновение шарика со стенкой. Потери на трение пренебречь

Известно, что Луна все время обращена к Земле одной и той же стороной и обращается вокруг Земли за 27,3 суток. Определить угловую скорость вращения Луны вокруг ее оси. Сравнить ее со скоростью суточного вращения Земли.

Смещение материальной точки по двум взаимно перпендикулярным направлениям описывается уравнениями $x=0,1\sin 2t$; $y=0,05\sin(2t+\pi/2)$. Найдите а) уравнение траектории точки; б) зависимость скорости точки от времени; в) зависимость полного ускорения точки от времени; г) радиус кривизны траектории в тех точках, где скорость наибольшая и наименьшая.

Шарик, подвешенный на нити, качается в вертикальной плоскости так, что его ускорение в крайнем и нижнем положениях равны по модулю друг другу. Найти угол α отклонения нити в крайнем положении.

Через блок, вращающийся вокруг горизонтальной оси O , перекинута нерастяжимая веревка, к одному концу которой подвешен груз m . Другой конец прикреплен к вертикальной пружине. Коэффициент жесткости k . Определить период колебаний. Масса блока M , радиус R . Веврка не скользит по блоку.

Гладкая проволочная окружность радиуса R вращается вокруг вертикального диаметра с постоянной угловой скоростью ω . На окружность насажено колечко массы m , соединенное с точкой O окружности пружинной жесткости k , для на которой в недеформированном состоянии $R\varphi_0$. Составить уравнение относительного движения колечка в форме Лагранжа. Составить канонические уравнения.

Материальная точка массы m движется по окружности под действием центральной силы $P = -\frac{a}{r^3}$, где a – положительная постоянная, r – расстояние от притягивающего центра. Момент количества движения точки равен K . Исследовать устойчивость этого движения.

Волчок, который представляет собой диск радиуса r , насаженный в центре под прямым углом на невесомый стержень длины l , закрутили с большой скоростью, после чего он начал прецессировать вокруг вертикали с углом нутации θ и угловой скоростью прецессии ω_2 . Найти угловую скорость собственного вращения волчка ω_1 .

Два одинаковых упругих шара A и B движутся навстречу один другому. При каком соотношении между скоростями до удара шар A после удара остановится?

Определить положение центра удара прямоугольной мишени для стрельбы. Высота мишени h .

Однородная прямая призма с квадратным основанием стоит на горизонтальной плоскости и может вращаться вокруг ребра AB , лежащего в этой плоскости. Ребро основания призмы равно a , высота $3a$, масса $3m$. В середину боковой грани, противоположной ребру AB , ударяет шар массы m с горизонтальной скоростью v . Полагая, что удар неупругий и что масса шара сосредоточена в его центре, определить наименьшую величину скорости, при которой призма опрокинется.

Капля движется в однородном поле тяжести в среде. Вследствие конденсации происходит увеличение массы капли по закону $\dot{m} = aS$, где S - площадь поверхности. Найти скорость капли.

Несколько звеньев однородной цепи свешиваются с края стола. Остальная часть цепи сложена в кучу на краю стола. В начальный момент скорость цепи равна нулю. Найти ускорение цепи.

Ведро массы m тнут из колоды на веревке с постоянной силой F . Вода вытекает из ведра с постоянной скоростью. В течение интервала времени T вся вода вытекает. Найти скорость ведра в момент времени T .

Найти компоненты тензора инерции в главных центральных осях следующих однородных тел массы m

а. прямоугольный параллелепипед a, b, c .

б. кругового конуса с высотой h и радиусом основания R .

Пусть движение твердого тела таково, что вектор абсолютной угловой скорости тела имеет постоянные проекции на оси симметрии системы координат, связанной с самим телом. Показать, что в этом случае тело вращается вокруг неподвижной оси с постоянной угловой

скоростью, т.е. вектор угловой скорости не изменяется по отношению к невращающейся системе координат.

Вывести кинематические уравнения движения твердого тела в углах Крылова.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без

Оценка	Критерии оценивания
	ошибок.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Бухгольц Н. Н. Основной курс теоретической механики : [в 2 ч. : для гос. ун-тов]. Ч. 1. Кинематика, статика, динамика материальной точки / в перераб. и с доп. С. М. Тарга. - Изд. 9-е, стереотип. - М. : Наука, 1972. - 467 с. : черт. - 0.78., 8 экз.
2. Бухгольц Н. Н. Основной курс теоретической механики : [в 2 ч. : для гос. ун-тов]. Ч. 2. Динамика системы материальных точек / в перераб. и с доп. С. М. Тарга. - Изд. 5-е, стер. - М. : Наука, 1969. - 332 с. : черт. - 0.66., 65 экз.
3. Мещерский Иван Всеволодович. Задачи по теоретической механике : учеб. пособие для вузов / под ред. В. А. Пальмова, Д. Р. Меркина. - 37-е изд., испр. - СПб. : Лань, 1998. - 448 с. - ISBN 5-8114-0031-4 : 35.00., 1 экз.
4. Сборник задач по аналитической механике : [для вузов] . - М. : Наука, 1980. - 320 с. : ил. - 1.10., 355 экз.
5. Культина Н. Ю. Как решать задачи по теоретической механике : учебно-методическое пособие / Культина Н. Ю., Новиков В. В. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2010. - 60 с. - Рекомендовано методической комиссией механико-математического факультета для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки: 010100 «Математика», 010300 «Математика. Компьютерные науки», 010500 «Прикладная математика и информатика», 010900 «Механика и математическое моделирование». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Физика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=729907&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Лойцянский Л. Г. Курс теоретической механики : [для вузов]. Т. 1. Статика и кинематика. - Изд. 6-е. - М. : Гостехиздат, 1955. - 380 с. : черт. - 8.50., 1 экз.
2. Лойцянский Л. Г. Курс теоретической механики : [для вузов]. Т. 2. Динамика. - Изд. 5-е, перераб. - М. : Гостехиздат, 1954. - 596 с. : черт. - 1.27., 1 экз.
3. Меркин Давид Рахмилевич. Введение в теорию устойчивости движения : [учеб. пособие для вузов]. - М. : Наука, 1971. - 312 с. : ил. - 0.76., 3 экз.
4. Журавлев Виктор Филиппович. Прикладные методы в теории колебаний / отв. ред. А. Ю. Ишлинский ; АН СССР, Ин-т проблем механики. - М. : Наука, 1988. - 325 с. : ил. - 2.90., 1 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/theoretical.htm>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Мультимедийная техника (компьютер, проектор, экран).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 01.03.03 - Механика и математическое моделирование.

Автор(ы): Новиков Валерий Вячеславович, доктор физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Игумнов Леонид Александрович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 13.12.2023, протокол № 3.