

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

01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Направленность образовательной программы

Математическое моделирование и вычислительная математика

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.01 Теоретическая механика относится к части, формируемой участниками образовательных отношений 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
ПК-4: Способен применять методы математического и компьютерного исследования при анализе задач на основе знаний фундаментальных математических и компьютерных наук	ПК-4.1: Знает фундаментальные и теоретические основы, необходимые для исследования научных проблем ПК-4.2: Умеет самостоятельно применять полученные знания для анализа объекта исследования, определять цели и задачи исследования, а также выбирать корректный метод исследования научной проблемы ПК-4.3: Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности, а именно решения научных задач в соответствии с поставленной целью и выбранной методикой	ПК-4.1: Знать теоретические основы фундаментальных методов исследования научных проблем ПК-4.2: Уметь самостоятельно применять полученные знания для анализа объекта исследования, определения целей и задач исследования, а также выбора корректного метода исследования научной проблемы. ПК-4.3: Владеть опытом научно-исследовательской деятельности, а именно решения научных задач в соответствии с поставленной целью и выбранной методикой	Задания	Экзамен: Контрольные вопросы Задания

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	4
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32

- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	2
самостоятельная работа	42
Промежуточная аттестация	36 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/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Введение	2	2		2	
Кинематика материальной точки и твердого тела	23	6	8	14	9
Взаимодействия и силы. Второй закон Ньютона.	14	4	4	8	6
Основные теоремы динамики точки. Динамика точки в неинерциальной системе отсчета.	25	8	8	16	9
Система материальных точек	12	4	4	8	4
Динамика вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси. Динамика плоского движения	15	4	4	8	7
Тензор моментов инерции. Уравнения движения твердого тела.	15	4	4	8	7
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	144	32	32	66	42

Содержание разделов и тем дисциплины

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.
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.

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 (в течение всего семестра, опрос на занятиях семинарского типа),
- подготовка к промежуточной аттестации (экзамен).

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 - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-4:

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 .

Шарик массой m скатывается без трения по параболе $y = ax^2$ (ось Oy направлена вертикально). Определить давление шарика в нижней точке, если шарик, находившемуся в начальный момент времени в точке $(2; 4a)$, сообщили скорость v_0 вверх по параболе. Трение не учитывать.

Горизонтально расположенный диск вращается с угловой скоростью $\vec{\omega}$. Вдоль радиуса диска движется частица массы m , расстояние которой от центра диска изменяется со временем по закону $r = at$, a – постоянная. Найти результирующий момент $\vec{M}$ сил, действующих на частицу в системе координат, связанной с диском, относительно центра диска.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

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 незначительные 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 (индикатор)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				

достижения							
<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 несущественных 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	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<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 некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован 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 - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-4

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. Описание движения материальной точки. Закон движения (естественная, векторная, координатная формы). Скорость и ускорение точки.
4. Естественный трехгранник. Разложение ускорения по осям естественного трехгранника. Нормальное и тангенциальное ускорения.
5. Вращательное движение твердого тела относительно неподвижной оси. Угловая скорость. Угловое ускорение. Скорости и ускорения точек твердого тела, вращающегося относительно неподвижной оси.
6. Вращение твердого тела относительно неподвижного центра. Мгновенная ось вращения. Мгновенная угловая скорость, угловое ускорение. Распределение скоростей и ускорений в твердом теле при вращении относительно неподвижного центра. Сложение мгновенных угловой и поступательной скоростей.
7. Плоское движение твердого тела. Перемещение плоской фигуры. Скорости точек плоской фигуры. Мгновенный центр вращения.
8. Ускорение точек плоской фигуры. Мгновенный центр ускорений.
9. Абсолютное, относительное, переносное движения точки. Сложение скоростей. Сложение ускорений
10. Масса. Гравитационное взаимодействие. Заряд. Электромагнитное взаимодействие. Действие и противодействие. Силы в механике. Потенциальные силы. Потенциальная функция. Сложение потенциальных сил.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

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

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-4

Маленький шарик, брошенный с начальной скоростью 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. Потерями 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.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

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

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. Мещерский Иван Всеволодович. Задачи по теоретической механике : учеб. пособие для вузов / под ред. В. А. Пальмова, Д. Р. Меркина. - 39-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2002. - 448 с. - ISBN 5-9511-0019-4 : 108.00., 1 экз.
4. Сборник задач по аналитической механике : [для вузов] . - М. : Наука, 1980. - 320 с. : ил. - 1.10., 355 экз.

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

1. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/theoretical.htm>
2. Журавлев В.Ф. Основы классической механики. М. Физматлит, 2001. 320 с. (11 экз.)
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Zhuravlev2001ru.djvu>

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/специальности 01.03.02 - Прикладная математика и информатика.

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.