

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра высшей математики и теоретической механики

Рабочая программа дисциплины

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

03.03.02 «Физика»

Направленность (профиль):

Физические исследования природных процессов

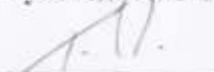
Уровень:

Бакалавриат

Форма обучения

Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП

 Бобровский А.П.

Председатель УМС

 И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета

19 мая 2021 г., протокол № 08

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

05 мая 2021 г., протокол № 10

Зав. кафедрой  Зайцева И.В.

Авторы-разработчики:

 Бровкина Е.А.

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – приобретение фундаментальных знаний в области механического взаимодействия, равновесия и движения материальных тел, на базе которых строится большинство специальных дисциплин.

Задачи:

- формирование умения строить и исследовать расчётные модели механических систем;
- приобретение практических навыков решения и анализа задач теоретической механики.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Теоретическая механика» для направления подготовки 03.03.02–физика относится к дисциплинам основного блока 1 дисциплины (модуля) .

Дисциплина изучается: студентами в 3 семестре.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить дисциплины модулей : «Математика», «Общая Физика».

Дисциплина «Теоретическая механика» является базовой для освоения дисциплин «Механика сплошных сред», «Электродинамика», «Квантовая теория».

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

ОПК-1

Таблица 1

Общепрофессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ОПК-1 Способен применять базовые знания в области математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Применяет основные законы математических и естественных наук для решения задач профессиональной деятельности. ОПК-1.2 Выявляет взаимосвязь основных законов естественных наук, общие подходы и концепции.	<u>Знать:</u> – знать основные понятия и законы механики и вытекающие из этих законов методы изучения равновесия и движения материальной точки, твёрдого тела и механической системы; <u>Уметь:</u> – использовать основные теоремы, уравнения и принципы механики, а также методы расчета движения механических систем, условий их равновесия и анализа действующих в системе сил; <u>Владеть:</u> – навыками разработки

		математических моделей механических систем, составления схем вычисления действующих механических систем;
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа.

Таблица 2

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов		
	Очная форма обучения		
Объем дисциплины	144		
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	56		
в том числе:	-	-	-
лекции	28		
занятия семинарского типа:			
практические занятия	28		
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	88		
в том числе:	-	-	-
подготовка к экзамену	36		
Вид промежуточной аттестации	экзамен		

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3

Структура дисциплины для очной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	СРС			
1	Кинематика точки и абсолютно твердого тела	3	10	10	20	Опрос, контрольная работа.	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2
2	Статика	3	4	4	8	Опрос, контрольная работа.	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2
3	Динамика точки и механической системы	3	14	14	24	Опрос, контрольная работа.	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2
4	Подготовка к экзамену	3			36			
	ИТОГО	-	28	28	88	-	-	-

4.3. Содержание разделов/тем дисциплины

4.3.1 Кинематика точки и абсолютно твердого тела

Предмет кинематики. Способы задания движения материальной точки: векторный, координатный, естественный. Траектория точки. Векторы скорости и ускорения точки. Проекция вектора скорости и ускорения на неподвижные оси декартовых координат и оси естественного трехгранника. Частные случаи движения точки: равномерное и равнопеременное движения.

Поступательное движение твердого тела. Теорема о траекториях, скоростях и ускорениях точек тела при поступательном движении.

Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Уравнение вращательного движения. Угловая скорость и угловое ускорение. Равномерное и равнопеременное вращение. Траектории, скорости и ускорения точек тела, вращающихся вокруг неподвижной оси.

Плоскопараллельное движение твердого тела. Закон движения плоской фигуры. Скорости и ускорения точек плоской фигуры. Мгновенные центры скоростей и ускорений.

Вращение твердого тела вокруг неподвижной точки. Углы Эйлера. Уравнение вращения твердого тела вокруг неподвижной точки. Мгновенная угловая скорость и мгновенная ось вращения. Кинематические уравнения Эйлера. Распределение скоростей и ускорений точек тела, движущегося вокруг неподвижной точки.

Общий случай движения абсолютно твердого тела. Закон движения. Скорости и ускорения точек тела в общем случае его движения.

Сложное движение точки. Относительное, переносное, абсолютное движение. Теорема сложения скоростей. Теорема сложения ускорений. ускорение Кориолиса, его численное значение и направление.

4.3.2 Статика

Основные понятия статики: абсолютно твердое тело, масса, сила, эквивалентная система сил, уравновешенная система сил, равнодействующая. Аксиомы статики. Свободное и несвободное тело. Связи и реакции связей. Система сходящихся сил и приведение ее к равнодействующей. Параллельные силы и приведение параллельных сил к равнодействующей. Центр параллельных сил. Центр тяжести твердого тела.

Момент силы относительно точки. Момент силы относительно оси и связь его с моментом силы относительно точки. Пара сил. Момент пары. Теоремы об эквивалентности и о сложении пар. Приведение системы сил к данному центру. Условия равновесия системы сил. Теорема о моменте равнодействующей. Условия равновесия системы сходящихся и параллельных сил. Условия равновесия плоской системы сил. Статистически определенные и статистически неопределенные задачи.

4.2.3 Динамика точки и механической системы

Предмет динамики. Основные законы механики Галилея – Ньютона. Инерциальная система отсчета. Первая и вторая задачи динамики материальной точки. Основные виды сил: сила тяжести, сила трения, сила упругости, сила тяготения. Дифференциальные уравнения движения свободной и несвободной точки.

Дифференциальные уравнения относительного движения точки. Силы инерции. Относительное равновесие точки вблизи поверхности Земли. Влияние вращения Земли на равновесие и движение тел.

Колебательное движение материальной точки. Свободные колебания точки без учета

сил сопротивления. Свободные затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс.

Механическая система. Внешние и внутренние силы. Дифференциальные уравнения движения механической системы. Масса системы и центр масс. Момент инерции тела относительно оси. Радиус инерции. Моменты инерции относительно параллельных осей. Моменты инерции простейших однородных тел.

Количество движения материальной точки и системы точек. Импульс силы. Теоремы об изменении количества движения точки и системы. Теорема о движении центра масс. Явление удара.

Момент количества движения материальной точки относительно центра и оси. Теорема об изменении момента количества движения материальной точки. Кинетический момент системы материальных точек.

Кинетический момент вращающегося твердого тела относительно оси вращения. Теорема об изменении кинетического момента системы материальных точек. Дифференциальное уравнение вращательного движения. Кинетическая энергия материальной точки и системы точек. Кинетическая энергия твердого тела при поступательном, вращательном и плоскопараллельном движении. Работа внутренних сил. Мощность. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки и системы. Силовое поле. Потенциал силы. Потенциальная энергия. Сохранение механической энергии точки в потенциальном поле.

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 4

Содержание практических занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	Кинематика материальной точки.	4	0
2	Простейшие движения твердого тела: поступательное и вращательное.	2	0
3	Плоскопараллельное движение твердого тела.	2	0
4	Сложное движение материальной точки.	4	0
5	Плоская система сил.	2	0
6	Равновесие произвольной пространственной системы сил.	2	0
7	Две основные задачи динамики. Дифференциальные уравнения движения материальной точки.	4	0
8	Дифференциальные уравнения относительного движения.	2	0
9	Теоремы о движении центра масс, об изменении количества движения, кинетического момента механической системы.	4	0
10	Теорема об изменении кинетической энергии механической системы.	2	0

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
2. Moodle
3. Cloud.rshu.ru

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале. Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля - 60
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 10
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 30
- максимальное количество дополнительных баллов - 15

6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **экзамен**

Форма проведения экзамена: письменно по билетам. В билете два теоретических вопроса и одна задача.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену:

ОПК-1

1. Разделы теоретической механики. Материальная точка, абсолютно твердое тело.
2. Скорость и ускорение точки в декартовой системе координат.
3. Естественный способ задания движения точки. Скорость и ускорение точки при этом способе задания движения. Оси естественного трехгранника.
4. Равномерное и равнопеременное движение.
5. Поступательное движение твердого тела
6. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Формула Эйлера
7. Сложное движение точки. Теоремы сложения скоростей.
8. Сложное движение точки. Теоремы сложения ускорений.
9. Плоскопараллельное движение твердого тела. Скорости точек тела при плоскопараллельном движении.
10. Мгновенный центр скоростей. Варианты определения.
11. Сферическое движение твердого тела. Углы Эйлера. Кинематические уравнения Эйлера.
12. Общий случай движения твердого тела.
13. Динамика. Законы Ньютона.
14. Прямая и обратная задача динамики. Интегралы дифференциальных уравнений движения.
15. Движение под действием силы, зависящей только от времени. Прямолинейное движение весомой частицы.

16. Движение под действием силы, зависящей только от координаты точки. Прямолинейное движение под действием силы притяжения к неподвижному центру.
17. Движение под действием силы, зависящей только от скорости точки. Прямолинейное движение в среде с сопротивлением.
18. Криволинейное движение материальной точки. Задача о траектории искусственных спутников Земли.
19. Относительное движение материальной точки. Основное уравнение относительного движения. Силы инерции.
20. Механическая система. Степени свободы системы. Принцип освобожденности.
21. Момент вектора относительно точки и момент относительно оси. Главный вектор и главный момент системы.
22. Теорема об изменении количества движения для точки и системы.
23. Понятие об ударе.
24. Центр масс механической системы.. Теорема о движении центра масс механической системы.
25. Кинетический момент материальной точки и механической системы. Закон сохранения кинетического момента.
26. Кинетический момент относительно оси вращения для твердого тела. Момент инерции, его свойства.
27. Работа сил. Мощность. Коэффициент полезного действия.
28. Закон изменения кинетической энергии для точки и системы. Интеграл энергии.
29. Кинетическая энергия твердого тела в различных случаях его движения.
30. Статика. Аксиомы статики.
31. Основные типы связей и их реакции. Принцип освобожденности от связей.
32. Момент силы относительно точки и оси. Способы вычисления момента силы относительно оси.
33. Система сходящихся сил. Системы двух параллельных сил.
34. Пара сил, теоремы о парах.
35. Приведение произвольной системы сил к простейшей. Лемма и теорема Пуансо.
36. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей. Равновесие произвольной пространственной системы сил.

Перечень практических заданий к экзамену:

ОПК-1

1.

Заданы уравнения движения точки $x = \sin t$, $y = \cos t$. Определить ближайший момент времени, когда радиус-вектор точки, проведенный из начала координат, образует угол 45° с осью Ox .

2.

Движение точки задано уравнениями $dx/dt = 0,3t^2$ и $y = 0,2t^3$. Определить ускорение в момент времени $t = 7$ с.

3.

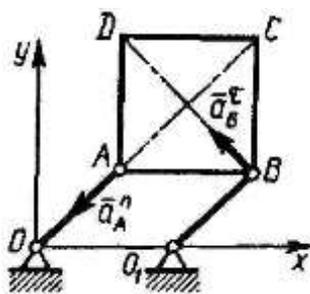
Точка движется по окружности радиуса $r = 2$ м. Нормальное ускорение точки меняется согласно закону $a_n = 2t^2$. Определить угол в градусах между векторами скорости и полного ускорения точки в момент времени $t = 1$ с.

4.

Точка начинает движение из состояния покоя и движется по прямой с постоянным ускорением $a = 0,2$ м/с². Определить путь, который точка пройдет за промежуток времени от $t_1 = 4$ с до $t_2 = 10$ с.

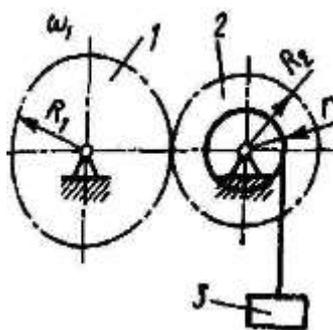
5.

Квадратная пластина ABCD совершает поступательное движение в плоскости Oxy. Определить ускорение точки C, если известно, что нормальное ускорение точки A $a_A^n = 4$ м/с², а касательное ускорение точки B $a_B^t = 3$ м/с².



6.

Угловая скорость зубчатого колеса 1 изменяется по закону $\omega_1 = 2t^2$. Определить ускорение груза 3 в момент времени $t = 2$ с, если радиусы шестерен $R_1 = 1$ м, $R_2 = 0,8$ м и радиус барабана $r = 0,4$ м.

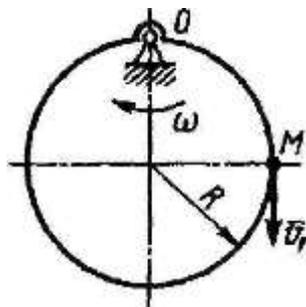


7.

Тело совершает сферическое движение. В момент времени $t = 2$ с определить косинус угла, который образует мгновенная ось вращения тела с осью Oх, если угловая скорость $\omega = \pi \cos \pi t^2 \cdot i + \pi \sin \pi t^2 \cdot j + 2\pi t \cdot k$.

8.

Точка М движется по ободу диска, радиус которого $R = 0,1$ м, согласно уравнению $OM = 0,3t$. Определить абсолютную скорость точки М в указанном положении, если закон вращения диска $\varphi = 0,4t$.



6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 5.

Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	0-10
Контрольная работа №1	0-15
Контрольная работа №2	0-15
Контрольная работа №3	0-15
Опрос	0-15
Промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	0-100

Таблица 6.

Распределение дополнительных баллов

Дополнительные баллы (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	Баллы
Активность на учебных занятиях	5
Участие в Олимпиаде	10
ИТОГО	0-15

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 7.

Балльная шкала итоговой оценки на экзамене

Оценка	Баллы
Отлично	85-100
Хорошо	65-84
Удовлетворительно	40-64
Неудовлетворительно	0-39

7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации, представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Теоретическая механика».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Диевский В.А. Теоретическая механика. Сборник заданий : учебное пособие / В. А. Диевский, И. А. Малышева. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2018.
2. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики : учебник / С. М. Тарг. - 12-е изд., стереотип. - Москва : Высшая школа, 2002
3. Диевский В.А Теоретическая механика : учебное пособие / В. А. Диевский. - 4-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2016.

Дополнительная литература

1. Мещерский И.В. Задачи по теоретической механике : учебное пособие / И. В. Мещерский ; ред. : В. А. Пальмов, Д. Р. Меркин. - 46-е изд., стереотип. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2006.
2. *Лукашевич, Н. К.* Теоретическая механика : учебник для академического бакалавриата / Н. К. Лукашевич. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

8.3 OS Windows , MS Office.

8.4. Перечень профессиональных баз данных

1. Электронно-библиотечная системы: elibrary, urait ;
2. База данных издательства SpringerNature;

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Аудитория для проведения лекционных и практических занятий.

10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2022/2023
учебный год без изменений.

Протокол заседания кафедры высшей математики и теоретической механики
от 15.06.2022 №11