

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Высшей математики и теоретической механики

Рабочая программа по дисциплине

### ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

**05.03.04 «Гидрометеорология»**

Квалификация:

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Гидрометеорология»

  
Абаников В.Н.

Утверждаю

Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением

Учебно-методического совета

 10 2019 г., протокол № 2

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

21.05 2019 г., протокол № 10

Зав. кафедрой  Петрова В.В.

Авторы-разработчики:

 Бровкина Е.А.

Санкт-Петербург 2019

**Составил:**

Бровкина Е.А. – старший преподаватель. Кафедра высшей математики и теоретической механики Российского государственного гидрометеорологического университета.

**Рецензент:** Вагер Б.Г. - профессор СПбАСУ

© ИОФ автора, 2019.

© РГГМУ, 2019.

## 1. Цели освоения дисциплины

- Целью освоения дисциплины «Теоретическая механика» является – подготовка бакалавров гидрометеорологов, владеющих знаниями в объеме, необходимом для изучения специальных дисциплин.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теоретическая механика» для направления подготовки 05.03.04 гидрометеорология относится к дисциплинам базовой части общенаучного цикла.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Математика», «Физика».

Параллельно с дисциплиной «Теоретическая механика» изучаются «Физика атмосферы, океана и вод суши», разделы дисциплин: «Математика», «Физика».

Дисциплина «Теоретическая механика» является базовой для освоения дисциплин «Механика жидкости и газа», «Физика атмосферы, океана и вод суши».

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
ОПК-1	Владеть базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом в гидрологии, для обработки и анализа данных, прогнозирование гидрометеорологических характеристик.
ПК-1	Владение методами гидрометеорологических измерений, статистической обработки и анализа гидрометеорологических наблюдений с применением программных средств

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Теоретическая механика» обучающийся должен:

Знать:

- – основные понятия, составляющие предмет теоретической механики;
- – основные законы теоретической механики;
- – основные методы теоретической механики.

Уметь:

- – решать практические задачи теоретической механики.
- -должен иметь представление о перспективных направлениях развития методов решения практических задач теоретической механики.

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Теоретическая механика» сведены в таблице.

### Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенции	Основные признаки проявленности компетенции (дескрипторное описание уровня)				
	1.	2.	3.	4.	5.
минимальный	не владеет	слабо ориентируется в терминологии и содержании	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой	Владеет основными навыками работы с источниками и критической литературой	Способен дать собственную критическую оценку изучаемого материала
	не умеет	не выделяет основные идеи	Способен показать основную идею в развитии	Способен представить ключевую проблему в ее связи с другими процессами	Может соотнести основные идеи с современными проблемами
	не знает	допускает грубые ошибки	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в их специфике	Понимает специфику основных рабочих категорий	Способен выделить характерный авторский подход
базовый	не владеет	плохо ориентируется в терминологии и содержании	Владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал	Свободно излагает материал, однако не демонстрирует навыков сравнения основных идей и концепций	Способен сравнивать концепции, аргументированно излагает материал
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит проблем	Выделяет конкретную проблему, однако излишне упрощает ее	Способен выделить и сравнить концепции, но испытывает сложности с их практической привязкой	Аргументированно проводит сравнение концепций по заданной проблематике
	не знает	допускает много ошибок	Может изложить основные рабочие категории	Знает основные отличия концепций в заданной проблемной области	Способен выделить специфику концепций в заданной проблемной области
продвинутый	не владеет	ориентируется в терминологии и содержании	В общих чертах понимает основную идею, однако плохо связывает ее с существующей проблематикой	Видит источники современных проблем в заданной области анализа, владеет подходами к их решению	Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения современных проблем в заданной области
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит их в развитии	Может понять практическое назначение основной идеи, но затрудняется выявить ее основания	Выявляет основания заданной области анализа, понимает ее практическую ценность, однако испытывает затруднения в описании сложных объектов анализа	Свободно ориентируется в заданной области анализа. Понимает ее основания и умеет выделить практическое значение заданной области
	не знает	допускает ошибки при выделении	Способен изложить основное содержание современных научных	Знает основное содержание современных научных идей в рабочей	Может дать критический анализ современным проблемам в

		рабочей области анализа	идей в рабочей области анализа	области анализа, способен их сопоставить	заданной области анализа
--	--	-------------------------	--------------------------------	--	--------------------------

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часов.

Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий  
в академических часах 2019 г. набора

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>72</b>	
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>28</b>	
в том числе:		
лекции	<b>14</b>	
практические занятия	<b>14</b>	
семинарские занятия		
<b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>	<b>14</b>	
в том числе:		
курсовая работа		
контрольная работа		
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)</b>	<b>зачет</b>	

#### 4.1. Структура дисциплины

Очная форма обучения  
2019 г. набора

№ п / п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Семинар Лаборат.	Самост. работа		
1	Кинематика точки и абсолютно твердого тела	2	6	6	12	4	ОПК-1 ПК-1
2	Статика	2	2	2	10	4	ОПК-1 ПК-1
3	Динамика точки и механической системы	2	6	6	22	4	ОПК-1 ПК-1

<b>ИТОГО-72ч.</b>		<b>14</b>	<b>14</b>	<b>44</b>	<b>12</b>	
-------------------	--	-----------	-----------	-----------	-----------	--

## **4.2. Содержание разделов дисциплины**

### **4.2.1 Кинематика точки и абсолютно твердого тела**

Предмет кинематики. Способы задания движения материальной точки: векторный, координатный, естественный. Траектория точки. Векторы скорости и ускорения точки. Проекции 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.

### **4.2.2 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. 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.

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..

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

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. Мощность. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки и системы. Силовое поле. Потенциал силы. Потенциальная энергия. Сохранение механической энергии точки в потенциальном поле.

#### 4.3. Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Кинематика материальной точки	Практические занятия	ОПК-1 ПК-1
2	1	Простейшие движения твердого тела: поступательное и вращательное	Практические занятия	ОПК-1 ПК-1
3	1	Сложное движение материальной точки	Практические занятия	ОПК-1 ПК-1
4	2	Равновесие произвольной системы сил	Практические занятия	ОПК-1 ПК-1
5	3	Две основные задачи динамики	Практические занятия	ОПК-1 ПК-1
6	3	Дифференциальные уравнения относительного движения	Практические занятия	ОПК-1 ПК-1
7	3	Общие теоремы динамики	Практические занятия	ОПК-1 ПК-1

**5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

##### 5.1. Текущий контроль.

Письменный контроль

##### а) Образцы тестовых и контрольных заданий текущего контроля

###### 5.1.1. Кинематика точки.

В соответствии с заданными уравнениями движения определить траекторию движения точки. Для заданного момента времени найти положение точки на траектории, её скорость и ускорение, а также радиус кривизны траектории в соответствующей точке.

№ варианта	$x$	$y$	$t$
1	$3t^2 + 6t + 12$	$t^2 + 2t + 6$	2
2	$2t$	$2t^2 + 3t + 1$	1
3	$2\cos(\pi t)$	$2\sin(\pi t)$	1/4
4	$3t + 3$	$-3/(t+1)$	0
5	$2\cos(\pi t/3)$	$5\sin(\pi t/3)$	1
6	$8t^2 + 7$	$12t^2 + 11$	1/2
7	$t^2 - 4t + 1$	$t + 1$	1
8	$3\cos(\pi t^2/6)$	$3\sin(\pi t^2/6)$	1



9	$-2t-2$	$-4/(t+1)$	0
10	$4\cos(\pi t/3)+3$	$9\sin(\pi t/3)$	1
11	$2t^3+8t+12$	$t^3+4t+3$	1
12	$3t+1$	$2t^2+4$	2
13	$\cos(\pi t^2/3)$	$\sin(\pi t^2/3)$	1
14	$7t+1$	$-8/(7t+1)$	4/7
15	$16\cos(\pi t/16)$	$4\sin(\pi t/16)$	4
16	$6t^3+12$	$2t^3+3$	1
17	$4t+5$	$5t^2+1$	1
18	$4\cos(\pi t)$	$4\sin(\pi t)$	1/3
19	$-t-1$	$-2/(t+1)$	0
20	$\cos(\pi t^2/6)+8$	$5\sin(\pi t^2/6)$	2
21	$t^4+2t+1$	$2t^4+4t+5$	1
22	$t^2$	$1.5t-1$	1
23	$9\cos(\pi t^2/4)$	$9\sin(\pi t^2/4)$	1
24	$-5t-5$	$-5/(t+1)$	0
25	$32\cos(\pi t/8)$	$4\sin(\pi t/8)$	2
26	$t^8+1$	$t^8-6$	1
27	$t^2+3$	$t+2$	1
28	$4\cos(t)$	$4\sin(t)$	$\pi/3$
29	$2.5t$	$-10/(5t+1)$	1
30	$-\cos(\pi t^2/6)$	$3\sin(\pi t^2/6)+4$	1

### 5.1.2. Динамика точки.

#### Вариант 1.

Точка М массы  $m$  притягивается неподвижным центром О с силой  $F = k^2 m r$ .

В начальный момент  $r_0 = 2$  м,  $v_0 = 0.5$  м / с. Начальная скорость образует с ОМ угол  $\alpha = 30^\circ$ . Найти уравнение движения точки М.

#### Вариант 2.

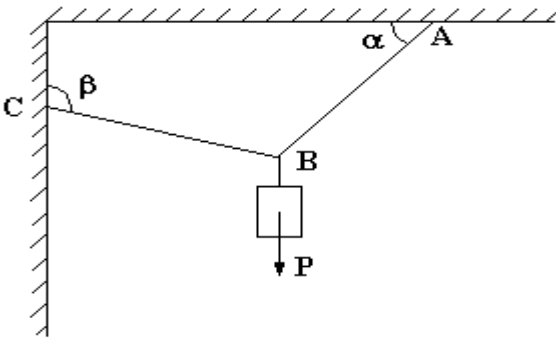
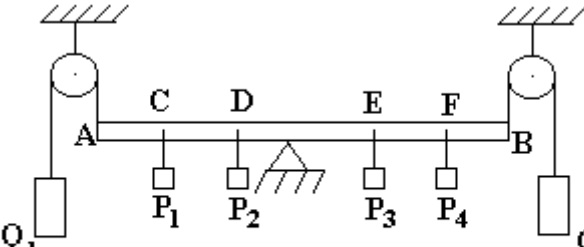
Тело массой  $m = 1$  кг, брошенное с начальной скоростью  $v_0 = 4$  м / с под углом  $45^\circ$  к горизонту, движется под влиянием силы тяжести и сопротивления воздуха. Определить наибольшую высоту тела над уровнем начального положения, если сила сопротивления  $R = -k m g v$ .

#### Вариант 3.

Материальная точка массы  $m$  отталкивается от неподвижного центра О с силой, величина которой  $F = \mu m r$ , где  $r$  - расстояние точки от этого центра. В начальный момент  $r_0 = 3$  и скорость точки  $v_0 = 0$ . Найти скорость, которую приобретет точка, когда она пройдет путь  $s = 3$ .

### 5.1.3. Статика.

### Вариант 1.

 <p style="text-align: center;">Найти натяжение АВ и ВС.</p> <p style="text-align: center;"><math>P=20 \text{ Н}, \alpha = 60^\circ, \beta = 135^\circ.</math></p>	 <p style="text-align: center;">В каком месте надо подпереть стержень чтобы он оставался в равновесии?</p> <p style="text-align: center;"><math>AB=5 \text{ м}, m_{AB}=20 \text{ кг}, AC = CD = DE = EF = 1\text{м}.</math></p> <p style="text-align: center;"><math>Q_1 = 100 \text{ Н}, \quad Q_2 = 200 \text{ Н}, \quad P_1 = 50 \text{ Н},</math>  <math>P_2 = 100 \text{ Н}, \quad P_3 = 150 \text{ Н}, \quad P_4 = 200 \text{ Н}.</math></p>
---	--

### 5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

1. Выполнить домашнее задание, затем индивидуальное тестовое задание.
2. Перед следующим практическим занятием внимательно прочитайте конспект последней лекции.
3. Прочитать дополнительную литературу.

### 5.3. Промежуточный контроль: зачет

зачет / экзамен

### Перечень вопросов к зачету

1. Способы задания движения точки: векторный, координатный, естественный. Уравнение движения. Траектория.
2. Скорость точки при координатном и векторном способе задания движения.
3. Ускорение точки при координатном и векторном способе задания движения.
4. Оси естественного трехгранника. Скорость точки при естественном способе задания движения.
5. Понятие о кривизне кривой. Ускорение точки в естественной системе координат.
6. Поступательное движение твердого тела. Скорость и ускорение при поступательном движении.
7. Вращение тела вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение.
8. Формула Эйлера. Скорость и ускорение точек вращающегося тела вокруг неподвижной оси.
9. Плоское движение твердого тела. Уравнение движения плоской фигуры.
10. Скорость при плоском движении. Мгновенный центр скоростей.
11. Ускорение точек при плоском движении.
12. Сферическое движение твердого тела. Уравнение движения.
13. Мгновенная ось вращения при сферическом движении. Мгновенная угловая скорость и угловое ускорение. Неподвижный и подвижный аксоид.

14. Скорости и ускорения точек при сферическом движении. Кинематические уравнения Эйлера.
15. Общий случай движения свободного твердого тела.
16. Сложное движение точки. Теорема сложения скоростей.
17. Сложное движение точки. Сложение ускорений.
18. Аксиомы статики. Принцип освобожденности от связей.
19. Система сходящихся сил. Ее равнодействующая.
20. Момент силы относительно точки и оси.
21. Пара сил, теоремы о парах.
22. Главный вектор и главный момент системы сил. Условия равновесия системы сил.
23. Лемма Пуансо. Основная теорема статики. Теорема Вариньона.
24. Законы динамики.
25. Две основные задачи динамики.
26. Дифференциальные уравнения движения материальной точки (в проекциях на оси декартовой СК и оси естественного трехгранника).
27. Дифференциальные уравнения относительного движения.
28. Механическая система. Силы внешние и внутренние.
29. Свойства внутренних сил механической системы. Дифференциальные уравнения движения механической системы.
30. Масса системы. Центр масс. Моменты инерции.
31. Теорема Штейнера. Нахождение момента инерции стержня.
32. Теорема об изменении количества движения материальной точки.
33. Теорема об изменении количества движения механической системы.
34. Теорема о движении центра масс механической системы.
35. Теорема об изменении кинетического момента механической системы.
36. Кинетический момент твердого тела вращающегося вокруг неподвижной оси.
37. Дифференциальное уравнение вращения твердого тела вокруг неподвижной оси.
38. Кинетическая энергия точки и системы. Кинетическая энергия твердого тела в различных случаях его движения.
39. Работа силы (элементарная и полная).
40. Работа силы тяжести и центральной силы.
41. Работа силы трения. Работа силы приложенной к вращающемуся твердому телу.
42. Работа внутренних сил твердого тела.
43. Теорема об изменении кинетической энергии точки и механической системы.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. *Тарг С.М.* Краткий курс теоретической механики. – М.: Высш. Шк., 1995. 416 с.
2. *Мецкерский И.В.* Задачи по теоретической механике. – СПб, Изд. «Лань»: Наука, 2008. 448 с.
3. Н.Г.Васько В.А.Волосухин Теоретическая механика –«Феникс» 2012. 302с.

### **б) дополнительная литература:**

1. *Яблонский А.А., Никифорова В.М.* Курс теоретической механики. – СПб.: Лань, 1998. 764 с.
2. *Бухгольц Н. Н.* Основной курс теоретической механики. – СПб, Изд. «Лань», т. 1, 2 – 2009, : 816 с.

**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

Программы обработки и представления данных.

**7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

<b>Вид учебных занятий</b>	<b>Организация деятельности студента</b>
<b>Лекции</b>	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</p> <p>Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.</p> <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом (семинарском) занятии.</p>
<b>Практические занятия</b>	<p>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины.</p> <p>Конспектирование источников.</p> <p>Работа с конспектом лекций, -подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и работа с текстом. Решение тестовых заданий, решение задач и другие виды работ.</p>
<b>Индивидуальные задания (подготовка докладов, рефератов)</b>	<p>Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме.</p> <p>Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и другое. Изложение основных аспектов проблемы, анализ мнений авторов и формирование собственного суждения по исследуемой теме.</p>
<b>Подготовка к экзамену</b>	<p>При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к экзамену и т.д.</p>

**8. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются:

- лекции-визуализации (с использованием слайд-презентаций);
- для размещения учебных и методических материалов по дисциплине, а также для проведения контрольно-проверочного тестирования по каждой теме используется виртуальная образовательная среда филиала (программа Moodle);
- для проведения компьютерного тестирования используется программа Moodle в компьютерном классе (2 варианта по 20 вопросов);
- организация взаимодействия преподавателя со студентами для осуществления консультационной работы по подготовке к семинарским (практическим) занятиям и подбору необходимой литературы, помимо консультаций в филиале, осуществляется посредством электронной почты и форумов.

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Компьютерный класс.
2. Мультимедийный проектор.
3. Лаборатория информационных технологий.