

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе, ка-  
честву образования — первый прорек-  
тор

Т.А. Хагуров

подпись

« 28 »

2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.29 Теоретическая механика

Направление подготовки: 01.05.01 Фундаментальная математика и механика

Специализация: Фундаментальная математика и ее приложения

Форма обучения: очная

Квалификация: Математик. Механик. Преподаватель

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины Б1.О.29 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.05.01 Фундаментальные математика и механика

Программу составил(и):

Щербатов Е.А., профессор, д. ф.-м. н., доцент



Рабочая программа дисциплины Б1.О.29 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА утверждена на заседании кафедры ТЕОРИИ ФУНКЦИИ протокол № 8 «20» апреля 2021 г  
Заведующий кафедрой Голуб М.В.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук протокол № 3 «12» мая 2021 г.  
Председатель УМК факультета/института Шмалько С. П.



Рецензенты:

Гусаков Валерий Александрович, канд. физ. – мат. наук,  
директор ООО «Просвещение – Юг»

Засядко Ольга Владимировна, доцент кафедры информационных образовательных технологий, канд. физ. - мат. наук, доцент

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

### 1.1 Цель освоения дисциплины.

Основной целью дисциплины является всестороннее развитие мышления студентов, в том числе их математической интуиции применительно к задачам механики (см. ниже пункт 1.4)

### 1.2 Задачи дисциплины:

- обучить основам механики;
- развить умения формулировать и решать стандартные задачи теоретической механики;
- обучить практическим навыкам в использовании методов дифференциального и интегрального исчисления, а также дифференциальных уравнений при решении задач механики;
- развить математическую культуру и интуицию;
- проиллюстрировать методы математического моделирования.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Теоретическая механика» относится к базовой части Блока 2 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Для успешного изучения дисциплины достаточно знаний и умений по аналитической геометрии и математическому анализу, дифференциальных уравнений и вариационному исчислению в объёме стандартных университетских курсов. Основу теоретической механики составляет статика, в которой рассматривается равновесие материальных тел под действием приложенных к ним сил, кинематика — наука о движении и динамика, в которой изучаются законы движения материальных тел при учёте их механического взаимодействия.

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
<b>УК-3 Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели</b>	
ИУК-3.1 Владеет принципами формирования эффективной команды	Знает типологию и факторы формирования команд, способы социального взаимодействия.
	Умеет определять цели и работать в направлении личностного, образовательного и профессионального роста.
	Владеет навыками распределения ролей в условиях командного взаимодействия; методами оценки своих действий, планирования и управления временем
<b>ОПК-1 Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и механики</b>	
ИОПК-1.2 Осуществляет выбор методов решения задач фундаментальной математики	Знает основные математические модели теоретической механики и кинематические понятия и принципы.
	Умеет применять модельные предположения при решении конкретных задач по механике.
	Владеет математическими методами, применяемыми в рамках основных моделей классической механики.
<b>ПК-1 Способен формулировать и решать актуальные и значимые задачи фундаментальной и прикладной математики</b>	
ИПК-1.1 Знает основные	Знает базовые понятия механики, определения и свойства основных объектов,

понятия, идеи и методы фундаментальных математических дисциплин для решения базовых задач	изучаемых в этой дисциплине, формулировки утверждений, методы их доказательства, элементы векторного дифференциального и интегрального исчисления в необходимом объёме для решения стандартных задач механики.
	Умеет работать с функциями, векторами, дифференциальными уравнениями, демонстрировать достаточно высокую технику вычислений производных, дифференциальных выражений, а также интегралов различного рода, уметь находить разложения функций в сходящиеся степенные ряды, формулировать и доказывать теоремы, самостоятельно решать стандартные задачи применительно к прикладным задачам механики.
	Владеет основными понятиями и методами линейной алгебры, математического анализа, дифференциальных уравнений и вариационного исчисления, а также геометрическими подходами. Студент должен владеть геометрическими и топологическими методами анализа для дальнейшего совершенствования своих знаний в современных методах механики, таких как теория гамильтоновых систем и др.

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения			
		очная		очно-заочная	заочная
		7 семестр (часы)	8 семестр (часы)	семестр (часы)	курс (часы)
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>58,2</b>	<b>58,2</b>			
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>106,5</b>	<b>58,2</b>	<b>48,3</b>		
занятия лекционного типа	34	18	16		
лабораторные занятия	64	34	30		
<b>Иная контактная работа:</b>					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	8	6	2		
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5	0,2	0,3		
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>64,8</b>	<b>49,8</b>	<b>15</b>		
<i>Контрольная работа</i>	12,8	9,8	3		
<i>Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	26	20	6		
Подготовка к текущему контролю	26	20	6		
<b>Контроль:</b>	–	–			
Подготовка к экзамену	44,7	–	44,7		
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>часы</b>	<b>216</b>	<b>72</b>	<b>108</b>	
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>106,5</b>	<b>40</b>	<b>65,7</b>	
	<b>зач. ед</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	

### 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7-ом и 8-ом семестрах (*очная форма обучения*)

#### 7-й семестр

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов
---	-----------------------------	------------------

		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	Основные понятия и законы	23,2	2		6	15,2
2	Статика	37,2	8		14	15,2
3	Кинематика	41,4	8		14	19,4
5	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	101,8	18		34	49,8
6	Контроль самостоятельной работы (КСР)	6				
7	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
8	Подготовка к текущему контролю	-				
9	Общая трудоемкость по дисциплине	108				

### 8-й семестр

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	Динамика	25	8		10	7
2	Аналитическая механика	25	8		20	8
3	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	61	16		30	15
4	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2				
5	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
6	Подготовка к текущему контролю	44,7				
7	Общая трудоемкость по дисциплине	108				

## 2.3 Содержание разделов дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

### 7-й семестр

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	Основные понятия и законы	Исходные положения классической механики. Система векторов. Главный вектор и главные моменты системы относительно точки и оси. Эквивалентные системы векторов. Приведение системы векторов. Векторное дифференцирование и интегрирование.	Устные опросы.
2	Статика	Предмет классической механики. Аксиомы динамики. Принцип детерминированности. Принцип относительности. Закон движения, траектория, скорость и ускорение точки. Проекция ускорения точки на оси естественного трехгранника. Угловая скорость подвижного репера. Формулы Пуассона. Угловая скорость репера Френе. Способы задания движения твердого тела. Угловая скорость. Сложное движение точки. Теоремы о сложении скоростей и ускорений. Поступательное, вращательное (вокруг неподвижной оси) и плоскопараллельное движения тела. Мгновенный центр скоростей и центроиды. Твердое тело с неподвижной точкой. Мгновенная ось вращения	Устные опросы.

		и аксоиды. Свободное твердое тело. Мгновенная винтовая ось. Сложное движение твердого тела. Теорема сложения угловых скоростей. Кинематические формулы Эйлера	
3	Кинематика	Закон движения точки. Скорость и ускорение точки. Касательное и нормальное ускорения. Относительное движение точки. Теорема сложения скоростей.	Устные опросы.

### 8-й семестр

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	Динамика	Уравнения движения материальной точки. Уравнения в проекциях на естественные оси. Работа силы на перемещении точки, мощность силы. Классификация сил. Потенциальная энергия. Импульс, кинетический момент и кинетическая энергия точки. Теоремы об изменении и законы сохранения импульса и кинетического момента. Теорема об изменении кинетической энергии и закон сохранения полной механической энергии. Движение точки под действием центральной силы. Свойства движения. Интеграл площадей. Эмпирические законы Кеплера. Вывод закона всемирного тяготения из законов Кеплера. Движение точки в центральном гравитационном поле (задача Кеплера): определение орбит, первая и вторая космические скорости. Движение точки в центральном гравитационном поле по эллиптической орбите: уравнение Кеплера и определение закона движения. Движение точки по поверхности и по кривой. Принцип освобождения. Заданные силы и реакции связей. Реакции идеальных связей. Теорема об изменении кинетической энергии и интеграл энергии. Определение нормальной реакции как функции от положения точки на кривой в консервативном случае. Одномерное движение точки в консервативном поле сил. Математический маятник. Сферический маятник. Движение точки в неинерциальной системе отсчета. Переносная и кориолисова силы инерции. Закон изменения кинетической энергии и обобщенный интеграл энергии. Математический маятник. Равновесие материальной точки на Земле. Маятник Фуко.	Устные опросы.
2	Аналитическая механика	Обобщенные координаты и обобщенные силы. Уравнения Лагранжа второго рода. Случай потенциальных сил. Структура кинетической энергии. Разрешимость уравнений Лагранжа относительно вторых производных. Классификация обобщенных сил. Обобщенноконсервативные системы и обобщенный интеграл энергии. Уравнения Лагранжа для относительных движений. Уравнения движения в плоской ограниченной круговой задаче трех тел. Уравнения Рауса. Циклические координаты и интегралы. Метод Рауса игнорирования циклических переменных. Неголономные системы. Уравнения Лагранжа-Рауса с неопределенными множителями. Неголономные системы Чаплыгина. Уравнения Чаплыгина. Принцип Гамильтона-Остроградского. Принцип Мопертюи-Лагранжа-Якоби. Преобра-	Устные опросы.

		зование Лежандра. Канонические переменные. Функция Гамильтона и уравнения Гамильтона. Свойства уравнений Гамильтона. Принцип Гамильтона в форме Пуанкаре. Универсальный интегральный инвариант Пуанкаре. Интегральный инвариант Пуанкаре-Картана. Уравнения Уиттекера и Якоби. Канонические преобразования и их групповые свойства. Критерий каноничности преобразования. Сохранение гамильтоновой структуры при канонических преобразованиях. Канонические преобразования и процесс движения. Теорема Лиувилля о сохранении фазового объема. Свободное каноническое преобразование и его производящая функция. Уравнение Гамильтона-Якоби. Методы интегрирования уравнения Гамильтона-Якоби. Теорема Лиувилля об интегрируемости гамильтоновой системы в квадратурах.	
--	--	--	--

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

#### 7-й семестр

№ п/п	Наименование раздела	Темы лабораторных занятий	Форма текущего контроля
1	Основные понятия и законы	Равновесие материальной точки. Случай системы сил, действующих вдоль одной прямой.	Обсуждение домашних заданий. Ответы у доски на лабораторных занятиях
2	Статика	Приведение системы сил. Главный вектор и главный момент системы сил. Формулы приведения моментов. Скользящий вектор. Эквивалентные преобразования. Условие равновесия системы сил.	Обсуждение домашних заданий. Контрольная работа по теме «Статика»
3	Кинематика	Закон движения, траектория, скорость и ускорение точки. Проекции ускорения точки на оси естественного трехгранника. Сложное движение точки. Теоремы о сложении скоростей и ускорений.	Обсуждение домашних заданий. Контрольная работа по теме «Кинематика»

#### 8-й семестр

№ п/п	Наименование раздела	Темы лабораторных занятий	Форма текущего контроля
1	Динамика	Уравнения движения материальной точки. Уравнения в проекциях на естественные оси. Работа силы на перемещении точки, мощность силы. Классификация сил. Потенциальная энергия. Импульс, кинетический момент и кинетическая энергия точки. Теоремы об изменении и законы сохранения импульса и кинетического момента. Теорема об изменении кинетической энергии и закон сохранения полной механической.	Обсуждение домашних заданий. Контрольная работа по теме «Динамика»
2	Аналитическая механика	Обобщенные координаты и обобщенные силы. Уравнения Лагранжа второго рода. Случай потенциальных сил. Структура кинетической энергии. Уравнения Лагранжа для относительных движений. Уравнения движения в плоской ограниченной круговой задаче трех тел.	Обсуждение домашних заданий. Контрольная работа по теме «Аналитическая механика»

## 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий	<i>Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Теоретическая механика», утвержденные кафедрой _____, протокол № __ от ____ г.</i>
2	Выполнение домашних заданий и оформление отчётов по домашним заданиям	<i>Методические рекомендации по использованию приложения «Записная книжка» из Microsoft Teams, утвержденные кафедрой _____, протокол № __ от ____ г.</i>
3	Подготовка к коллоквиуму	<i>Методические рекомендации по использованию встроенного в тест Microsoft Forms, математического редактора, утвержденные кафедрой _____, протокол № __ от ____ г.</i>
4	Выполнение контрольных работ	<i>Методические рекомендации по использованию встроенного в тест Microsoft Forms, математического редактора, утвержденные кафедрой _____, протокол № __ от ____ г.</i>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекций, лабораторных занятий, дистанционное проведение контрольных работ и коллоквиума, а также дистанционная проверка отчётов по домашним заданиям.

Формирование компетенций в преподавании дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, разбора конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет, в частности приложений Microsoft Teams.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

## 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной

## аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Теоретическая механика». Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме коллоквиума, контрольных *тестовых заданий и отчетов по домашним заданиям.*

№	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИУК-3.1 Владеет принципами формирования эффективной команды	Знает типологию и факторы формирования команд, способы социального взаимодействия.	<i>Отчет по групповому заданию с описанием вклада каждого участника</i>	<i>Оценка ответа на зачете</i>
2	ИУК-3.1 Владеет принципами формирования эффективной команды	Умеет определять цели и работать в направлении личностного, образовательного и профессионального роста.	<i>Отчет по групповому заданию с описанием вклада каждого участника</i>	<i>Оценка ответа на зачете</i>
3	ИУК-3.1 Владеет принципами формирования эффективной команды	Владеет навыками распределения ролей в условиях командного взаимодействия; навыками самоорганизации и самообразования в процессе обучения и в ходе подготовки творческих реферативных отчетов	<i>Отчет по групповому заданию с описанием вклада каждого участника</i>	<i>Оценка ответа на зачете</i>
4	ИОПК-1.2 Осуществляет выбор методов решения задач фундаментальной математики	Знает основные математические модели теоретической механики и кинематические понятия и принципы.	<i>Контрольные работы, коллоквиум, отчёты по домашним заданиям</i>	<i>Оценка работы в семестре, либо оценка ответа на экзамене</i>
5	ИОПК-1.2 Осуществляет выбор методов решения задач фундаментальной математики	Умеет применять модельные предположения при решении конкретных задач по механике.	<i>Контрольные работы, коллоквиум, отчёты по домашним заданиям</i>	<i>Оценка работы в семестре, либо оценка ответа на экзамене.</i>
6	ИОПК-1.2 Осуществляет выбор методов решения задач фундаментальной математики	Владеет математическими методами, применяемыми в рамках основных моделей классической механики.	<i>Контрольные работы, коллоквиум, отчёты по домашним заданиям</i>	<i>Оценка работы в семестре, либо оценка ответа на экзамене.</i>
7	ИПК-1.1 Знает основные понятия, идеи и методы фундаментальных математических дисциплин для решения базовых задач	Знает базовые понятия механики, определения и свойства основных объектов, изучаемых в этой дисциплине, формулировки утверждений, методы их доказательства, элементы векторного дифференциального и интегрального исчисления в необходимом объеме для решения стандартных задач механики.	<i>Отчёты по домашним заданиям</i>	<i>Оценка работы в семестре, либо оценка ответа на экзамене.</i>

8	ИПК-1.1 Знает основные понятия, идеи и методы фундаментальных математических дисциплин для решения базовых задач	Умеет работать с функциями, векторами, дифференциальными уравнениями, демонстрировать достаточно высокую технику вычислений производных, дифференциальных выражений, а также интегралов различного рода, уметь находить разложение функций в сходящиеся степенные ряды, формулировать и доказывать теоремы, самостоятельно решать стандартные задачи применительно к прикладным задачам механики.	Отчёты по домашним заданиям	Оценка работы в семестре, либо оценка ответа на экзамене.
9	ИПК-1.1 Знает основные понятия, идеи и методы фундаментальных математических дисциплин для решения базовых задач	Владеет основными понятиями и методами линейной алгебры, математического анализа, дифференциальных уравнений и вариационного исчисления, а также геометрическими подходами. Студент должен владеть геометрическими и топологическими методами анализа для дальнейшего совершенствования своих знаний в современных методах механики, таких как теория гамильтоновых систем и др.	Отчёты по домашним заданиям	Оценка работы в семестре, либо оценка ответа на экзамене.

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

***Примерный перечень вопросов и заданий***

***Контрольная работа***

**КИНЕМАТИКА**

К.1. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при поступательном и вращательном движениях

К.2. Определение абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки  $M$  движется относительно тела  $D$  (рис. 3). По заданным уравнениям относительного движения точки  $M$ . Определить для момента времени абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки  $M$ .

**ДИНАМИКА**

Д1. Применение теоремы об изменении кинетической энергии к изучению движения механической системы

Механическая система под действием сил тяжести приходит в движение из состояния покоя; начальное положение системы показано на рис. 4. Учитывая трение скольжение тела  $A$  и сопротивление качению тела  $D$ , катящегося без скольжения, пренебрегая другими силами сопротивления и массами нитей, предполагаемых нерастяжимыми, определить скорость тела  $A$  в тот момент, когда пройденный им путь станет равным  $s = 6$  м.

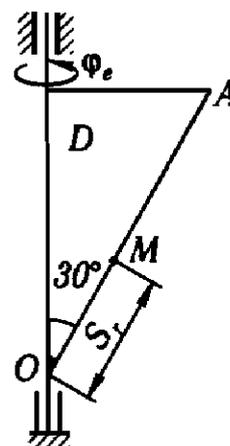
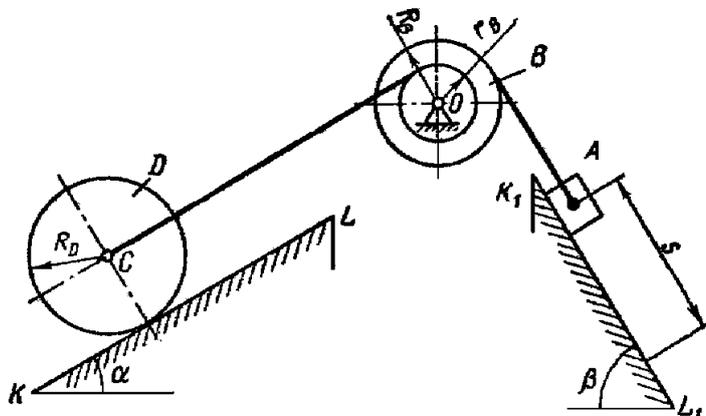


Рис. 3

Массы тел  $A$ ,  $B$  и  $D$ :  $m_A = 3m_B = \frac{1}{2}m_D$ ; радиусы окружностей:  $R_D = 30$  см,  $R_B = 20$  см,  $r_B = 15$  см; радиус инерции тела  $B$  относительно горизонтальной оси, проходящей через центр тяжести:  $i_B = 17$  см; углы наклона плоскостей к горизонту:  $\alpha = 30^\circ$ ,  $\beta = 60^\circ$ ; коэффициент трения скольжения тела  $A$ :  $f = 0,2$ ; коэффициент трения качения тела  $D$ :  $\delta = 0,25$  см. Тело  $D$  считать сплошным однородным цилиндром.

**Ответ:**  $v_A = 0,4$  м/сек.

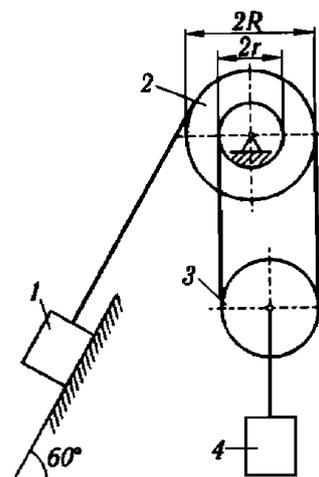


Д.2. Применение общего уравнения динамики к исследованию движения механической системы

Для заданной на рис.5 механической системы определить ускорения грузов 1 и 4 и натяжения ветвей нити 1-2 и 3-4, к которым прикреплены грузы. Массами нитей пренебречь. Трение качения и силы сопротивления в подшипниках не учитывать. Система движется из состояния покоя.

Силы тяжести груза 1 и блока 2:  $G_1 = G_2 = 2G$ ; силы тяжести блока 3 и груза 4:  $G_3 = G_4 = G$ .

Блок 2 имеет радиус инерции относительно центральной оси, перпендикулярной плоскости чертежа (рис. 5):  $i_2 = r\sqrt{2}$ , блок 3 – сплошной однородный цилиндр. Коэффициент трения скольжения груза 1:  $f = 0,2$



**Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)**

## I. Кинематика

### I.1. Кинематика точки

- I.1.1. Координатный способ задания движения точки.
- I.1.2. Векторный способ задания движения точки.
- I.1.3. Естественный способ задания движения точки. Переход от координатного способа задания движения к естественному способу.
- I.1.4. Скорость и ускорение при векторном способе задания движения точки.
- I.1.5. Скорость и ускорение при координатном способе задания движения точки.
- I.1.6. Определение скорости и ускорения при естественном способе задания движения точки.
- I.1.7. Определение радиуса кривизны траектории при координатном способе задания движения.

### I.2. Кинематика твердого тела

- I.2.1. Поступательное движение твердого тела. Скорость и ускорение при поступательном движении.
- I.2.2. Вращательное движение твердого тела.
- I.2.3. Скорость и ускорение точек вращающегося твердого тела.
- I.2.4. Плоскопараллельное движение твердого тела.
- I.2.5. Скорость точек твердого тела при плоском движении.
- I.2.6. Мгновенный центр скоростей.
- I.2.7. Определение ускорений точек твердого тела при плоском движении.
- I.2.8. Мгновенный центр ускорений.

### **I.3. Сложное движение точки**

- I.3.1. Переносное, относительное и абсолютное движение точки.
- I.3.2. Сложение скоростей при поступательном и вращательном переносном движении.
- I.3.3. Сложение ускорений при поступательном переносном движении.
- I.3.4. Сложение ускорений при вращательном переносном движении. Ускорение Кориолиса.
- I.3.5. Сложение вращений вокруг параллельных осей.
- I.3.6. Сложение вращений вокруг пересекающихся осей.

## **II. Динамика**

### **II.1. Динамика материальной точки**

- II.1.1. Общие законы динамики Ньютона.
- II.1.2. Дифференциальные уравнения движения свободной материальной точки.
- II.1.3. Две основные задачи динамики.
- II.1.4. Движение точки под действием силы, зависящей от времени.
- II.1.5. Движение точки под действием силы, зависящей от скорости.

#### **II.2**

- II.1.6. Движение точки под действием силы, зависящей от положения точки.
- II.1.7. Прямолинейные колебания материальной точки. Свободные колебания.
- II.1.8. Свободные колебания материальной точки в сопротивляющейся среде.
- II.1.9. Вынужденные колебания материальной точки в среде без сопротивления.
- II.1.10. Вынужденные колебания материальной точки в среде с сопротивлением.

### **II.2. Общие теоремы динамики материальной точки**

- II.2.1. Теорема о количестве движения материальной точки.
- II.2.2. Теорема о моменте количества движения.
- II.2.3. Теорема о кинетической энергии материальной точки.
- II.2.4. Потенциальное силовое поле. Потенциальная энергия.
- II.2.5. Движение в центральном поле сил.
- II.2.6. Законы Кеплера движения планет.

### **II.3. Динамика механической системы.**

- II.3.1. Дифференциальное уравнение движения системы материальных точек.
- II.3.2. Количество движения системы. Центр масс.
- II.3.3. Теорема об изменении количества движения системы.
- II.3.4. Теорема об изменении кинетического момента системы. Моменты инерции.
- II.3.5. Теорема об изменении кинетической энергии системы.
- II.3.6. Задачи удара твердых тел. Коэффициент восстановления.
- II.3.7. Прямой удар твердых тел.
- II.3.8. Уравнения динамики тела переменной массы.
- II.3.9. Задачи Циолковского.

### **II.4. Принципы механики. Аналитическая механика.**

- II.4.1. Принцип Даламбера.
- II.4.2. Принцип возможных перемещений.
- II.4.3. Принцип Даламбера-Лагранжа.

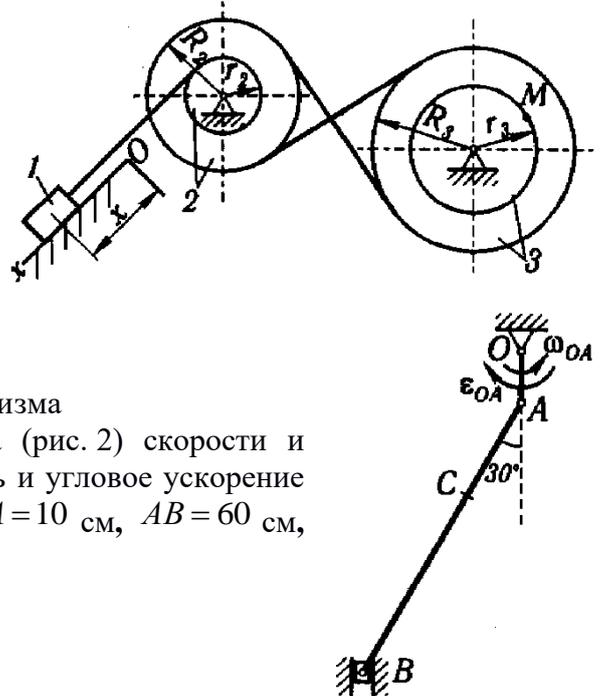
- П.4.4. Обобщенные координаты и обобщенные силы.
- П.4.5. Уравнение Лагранжа 2-го рода.
- П.4.6. Уравнение Лагранжа 2-го рода в случае потенциальных сил.
- П.4.7. Канонические уравнения Гамильтона.
- П.4.8. Циклические координаты.
- П.4.9. Скобки Пуассона.
- П.4.10. Принцип наименьшего действия в форме Лагранжа. Принцип наименьшего действия в форме Якоби

### Примерный перечень практических заданий на экзамен

1) По заданным уравнениям движения точки  $x = 4t$  см,  $y = 16t^2 - 1$  см установить вид её траектории и для момента времени  $t_1 = 0,5$  найти положение точки на траектории, её скорость, полное, касательное и нормальное ускорения, а также радиус кривизны траектории.

2) Движение груза  $I$  должно описываться уравнением  $x = c_2t^2 + c_1t + c_0$ , где  $t$  – время, с;  $c_0, c_1, c_2$  некоторые постоянные. В начальный момент времени ( $t = 0$ ) положение груза определяется координатой  $x_0 = 14$  см, и он имеет скорость  $v_0 = 5$  см/с. Учсть, что в момент времени  $t_2 = 2$  с координата груза равна  $x_2 = 168$  см.

Определить коэффициенты  $c_0, c_1, c_2$ , при которых осуществляется требуемое движение груза  $I$ . Определить также в момент времени  $t_1 = 1$  с скорость и ускорение груза и точки  $M$  одного из колес механизма. Схема механизма показана на рис. 1.



3) Кинематический анализ плоского механизма  
Найти для заданного положения механизма (рис. 2) скорости и ускорения точек  $B$  и  $C$ , а также угловую скорость и угловое ускорение звена, которому эти точки принадлежат, если  $OA = 10$  см,  $AB = 60$  см,  $AC = 20$  см,  $\omega_{OA} = 1,5$  рад/с,  $\varepsilon_{OA} = 2$  рад/с<sup>2</sup>.

## 5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 5.1 Учебная литература:

1. Бухгольц, Н. Н. *Основной курс теоретической механики: учебное пособие: в 2 частях* / Н. Н. Бухгольц. — 10-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. — Часть 1: Кинематика, статика, динамика материальной точки — 2009. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-0919-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/32>
2. Бутенин, Н. В. *Курс теоретической механики: учебное пособие* / Н. В. Бутенин, Я.

- Л. Луни, Д. Р. Меркин. — 12-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 732 с. — ISBN 978-5-8114-5552-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/143116>
3. Мещерский, И. В. Задачи по теоретической механике: учебное пособие / И. В. Мещерский. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-0019-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2786>
4. Бертяев, В. Д. Теоретическая и аналитическая механика. Учебно-исследовательская работа студентов: учебное пособие / В. Д. Бертяев, В. С. Ручинский. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 424 с. — ISBN 978-5-8114-3431-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111879>

## 5.2. Периодическая литература

### 5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

#### Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

#### Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
7. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

#### Ресурсы свободного доступа:

1. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
2. Курсы ведущих вузов России" <http://www.openedu.ru/>;
3. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;

### 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Самостоятельная работа студента является необходимой и крайне важной при изучении любого теоретического или практического учебного курса и должна быть правильно организована. Прежде всего, необходимо, чтобы эта работа была систематической и регулярной. В помощь студенту учебным планом рекомендован график самостоятельной работы. При желании студент может воспользоваться этим графиком. Самостоятельная работа делится между теоретической частью курса и практической, но это деление не носит формального характера, поскольку решение практических задач предусматривает знание основных теоретических понятий и методов, а теоретические знания в свою очередь не могут усваиваться без практической работы с теоретическими конструкциями.

При подготовке к практическому занятию студенту целесообразно познакомиться сначала с теоретическими понятиями, относящимися к данному разделу, чтобы уяснить для себя смысловую часть работы. Для этого рекомендуется прочитать лекции или учебники, в которых освещаются соответствующие вопросы. Естественно, студенту

необязательно использовать лишь литературу, указанную в библиографии, но на начальных стадиях изучения материала это делать желательно. Со временем расширение использования литературных источников можно лишь приветствовать. Перед решением домашних задач студенту целесообразно познакомиться сначала с содержанием предыдущего занятия, уяснить для себя методы решения задач рассматриваемого типа. При этом у студента естественно возникают затруднения и вопросы, которые он может задать преподавателю на следующем практическом занятии. Любое практическое занятие начинается с разборов вопросов и затруднений по домашнему заданию. Форма практических занятий, особенно занятий лабораторных, предусматривает диалог между студентами и преподавателем. Практика показывает, что студенты охотно прибегают к прямому диалогу с преподавателем и умеют извлечь для себя пользу из соответствующего диалога. Каждая большая тема заканчивается итоговой контрольной работой с выставлением оценки. Студент должен получить по каждой контрольной работе хотя бы удовлетворительную оценку, иначе он получает дополнительное задание с обязательным условием отработки неудовлетворительной оценки по соответствующей контрольной работе. Эти отработки принимаются преподавателем, ведущим практические занятия в течение всего семестра. По результатам контрольных работ и их отработкам студенту выставляется итоговая оценка по практике, определённым образом влияющая на его экзаменационную оценку.

На экзамене студенту предлагается билет с двумя теоретическими вопросами. По получении билета студент имеет возможность в течение 15 минут почитать конспект своих лекций, после чего в течение тридцати минут он должен письменно изложить теоретический материал по билету. Практика показывает, что студент, не изучивший материал, не может действительно воспользоваться лекциями при подготовке к письменному ответу. Наоборот, даже сильному студенту трудно изложить теоретический материал без предварительного просмотра материала в течение 15 минут перед письменным ответом. Опыт показывает оправданность подобной практики. Итоговая оценка по практике оказывает влияние на итоговую экзаменационную оценку.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **График СР**

### **7-й семестр**

№	Виды /формы СР	Форма отчёта	Сроки отчётности
1	Выполнение текущих домашних заданий	Предъявление выполненных домашних заданий по требованию	В течение семестра
2	Выполнение контрольных работ	Сдача контрольных работ	В соответствии с учебным графиком
3	Отработка неудовлетворительных оценок по контрольным работам	Отчёт о решении предложенных задач	В течение семестра
6	Подготовка к зачёту	Сдача зачёта	Конец декабря

### **8-й семестр**

№	Виды /формы СР	Форма отчёта	Сроки отчётности
1	Выполнение текущих домашних	Предъявление выполненных домаш-	В течение семестра

	<i>заданий</i>	<i>них заданий по требованию</i>	
2	<i>Выполнение контрольных работ</i>	<i>Сдача контрольных работ</i>	<i>В соответствии с учебным графиком</i>
3	<i>Отработка неудовлетворительных оценок по контрольным работам</i>	<i>Отчёт о решении предложенных задач</i>	<i>В течение семестра</i>
6	<i>Подготовка к экзамену</i>	<i>Сдача экзамена с получением итоговой оценки</i>	<i>Середина июня</i>

## 7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows Microsoft Office Professional Plus
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель	

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. _____)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-	

	камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	
--	---	--